CEKIT®
COMPAÑIA EDITORIAL TECNOLOGICA

1

CURSO PRACTICO DE ELECTRONICA DIGITAL MODERNA

Teoría

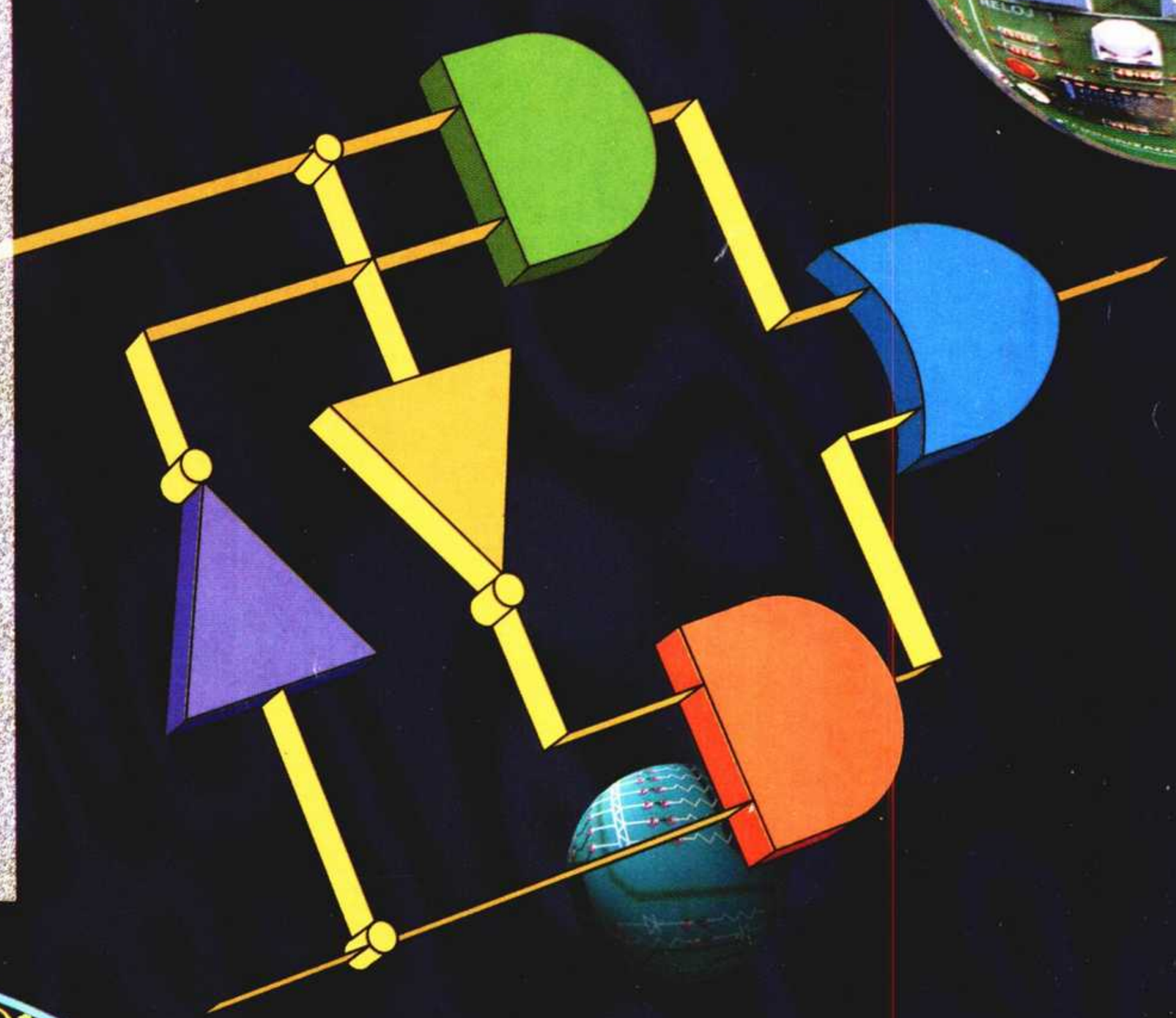
Introducción a la electrónica digital

Tecnología aplicada

El código de barras

Proyecto

Punta lógica sencilla de tres estados



Argentina $ 3.00 Colombia $ 3950 Chile
Ecuador México Panamá B 2.50
Paraguay Perú Uruguay Venezuela

ISBN 987-9301-25-0
9 789879 301258 00001

CURSO PRACTICO DE ELECTRONICA DIGITAL MODERNA

CEKIT®
COMPAÑIA EDITORIAL TECNOLOGICA
Avenida 30 de Agosto Nº 36- 79. A.A.194
Tels: 3293171 - 3292133 - 3292558 -
3292835 - 3363377 - FAX. 3360311
Pereira • Colombia S.A.
e-mail: ecekit@col2.telecom.com.co
http://www.cekit.com.co
Gerente General: Felipe González G.
Gerente Administrativo: Marcelo Alvarez H.
Director Editorial: Felipe González G.
Director Comercial: Humberto Real B.
Este curso ha sido elaborado según el plan del editor y del autores, y bajo su responsabilidad, por los siguientes integrantes del departamento técnico de CEKIT S. A.

Autor
Luis Alfonso Rodríguez V.
Ingeniero Electrónico. Univ. de California
Profesor Universidad Tecnológica Pereira

Colaboradores
Jhon Jaime Robby Goez

Diseño, Dibujos y Fotografía
Héctor Hugo Jiménez G. (H.H.)

Edición Argentina
CEKITCONOSUR
Editor Responsable: Carlos Alberto Magurno S.
Propietario: Carlos Alberto Magurno S.
Representación en el área II:
Gerente General: Horacio L. Nittoli
Editorial Conosur S.A. Tel.: (5411) 4342-9029
Fax:(5411) 4342-9025 / e-mail: gconosur@satlink.com
Av. Belgrano 355 piso 10 (1092)
Buenos Aires - Argentina
Registro de propiedad intelectual en trámite
© CEKIT S. A. 1999
Pereira - Colombia
Todos los derechos reservados. Prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio sin permiso escrito del editor.
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, without permission in writing from the publisher.

ISBN (Fascículo 1): 987-9301-25-0
ISBN (Obra completa): 987-9301-25-0

Impreso en Argentina • Printed in Argentine
Impreso y encuadernado por:
Atlántida Cochrane: Ruta Panamericana Km 36,7
Buenos Aires - Argentina
Mayo 1999

El **CURSO PRACTICO DE ELECTRONICA DIGITAL MODERNA** de **CEKIT S. A.** se publica en forma de 40 fascículos de aparición semanal, encuadernables en 4 volúmenes. Cada fascículo consta de 4 páginas de cubiertas y 20 páginas de contenido a todo color. De estas últimas, 12 están dedicadas a la sección permanente de **TEORIA DE CIRCUITOS DIGITALES**, 4 a la sección de **PROYECTOS**, y las 4 restantes alternan semanalmente entre **CIRCUITOS DE APLICACIÓN** y **TECNOLOGÍA APLICADA**.

Las páginas de cada sección son encuadernables por separado. Por esta razón, al formar los volúmenes, debe cuidarse de desprender previamente, de todos los fascículos, las 4 páginas centrales de **PROYECTOS**, las 4 páginas siguientes de **CIRCUITOS DE APLICACIÓN** o **TECNOLOGÍA APLICADA**, y las 12 páginas restantes de **TEORÍA DE CIRCUITOS DIGITALES**. Durante la publicación de los fascículos, se pondrán a la venta las tapas de los 4 volúmenes de la obra para su encuadernación. Los volúmenes están compuestos de la siguiente manera:

VOLUMEN 1
• TEORIA DE CIRCUITOS DIGITALES COMBINATORIOS
Páginas: 1 a 240 • Fascículos: 1 a 20

VOLUMEN 2
• TEORIA DE CIRCUITOS DIGITALES SECUENCIALES
Páginas: 241 a 480 • Fascículos: 21 a 40

VOLUMEN 3
• TECNOLOGIA APLICADA
Páginas: 1 a 80 • Fascículos: 1 a 40

• CIRCUITOS DE APLICACION
Páginas: 1 a 80 • Fascículos: 1 a 40

VOLUMEN 4
• PROYECTOS
Páginas: 1 a 160 • Fascículos: 1 a 40

CEKIT S. A. garantiza la publicación de la totalidad de la obra, el suministro de las tapas necesarias para su encuadernación y el servicio de números atrasados hasta un año después de terminada la circulación del último fascículo. También garantiza la fidelidad de la información teórico-práctica suministrada, el correcto funcionamiento de los circuitos y proyectos presentados y la venta de los kits incluídos como proyectos de la obra.

DISTRIBUCION INTERNACIONAL

Argentina: Capital: Vaccaro Sánchez y Cía. - Moreno 794, 9º (1092) Buenos Aires
Interior: Distribuidora Bertrán S.A.C. - Av. Vélez Sárfield 1950 (1285) Buenos Aires
• Colombia: DISTRIBUIDORAS UNIDAS • Venezuela: DISTRIBUIDORA CONTINENTAL • México: DISTRIBUIDORA INTERMEX • Ecuador: DISTRIBUIDORA ANDES • Panamá: PANAMEX S.A. • Perú: DISTRIBUIDORA BOLIVARIANA S.A. • Chile: DISTRIBUIDORA ALFA S.A. • Uruguay: ALAVISTA S.A. • Paraguay: SELECCIONES S.A.C • Bolivia: AGENCIA MODERNA LTDA.

SUSCRIPCIONES, NUMEROS ATRASADOS , KITS Y CONSULTAS TECNICAS EN COLOMBIA
CEKIT S. A. Pereira (Colombia) Avenida 30 de agosto Nº 36- 79. A.A. 194
o a nuestro correo electrónico: ecekit@col2.telecom.com.co

ASESORAMIENTO TECNICO Y COMPRA DE KITS EN ARGENTINA:
KITRONIC S.R.L. Av. Belgrano 1570 - C.p. 1093 - Cap. Fed • Tel / Fax: (011)4384-5317 / 4382-3794 e-mail: kitronic@ciudad.com.ar

Introducción General

Estimado lector:

Bienvenido al extraordinario y fascinante mundo de la electrónica digital, la ciencia que ha transformado nuestra forma de vida más que cualquier otra revolución tecnológica, haciendo posible nuestro actual estilo de vida, trabajo y la forma como interactuamos con los demás.

La electrónica digital nos proporciona entretenimiento, comodidad e información, permitiéndonos la comunicación con nuestros semejantes, facilitándonos el desarrollo de nuestras actividades y en general haciendo nuestra vida diaria más fácil, interesante y productiva. Entonces, ¿porqué no interesarse en ella como materia de estudio y fuente de satisfacciones personales?

CEKIT S.A., empresa líder en la enseñanza y divulgación de la tecnología electrónica en todas sus facetas, presenta con orgullo su Curso Práctico de Electrónica Digital Moderna, una obra novedosa que lo llevará gradualmente desde los principios básicos elementales de los circuitos digitales hasta los conceptos y aplicaciones más avanzadas.

A través de esta obra se estudiarán los fundamentos que le permitirán de manera sencilla y entretenida la construcción de circuitos y sistemas de la vida real, y las técnicas para el diseño y entendimiento de sistemas digitales complejos.

Desarrollado con la metodología de «aprender haciendo» propia de CEKIT , el Curso Práctico de Electrónica Digital Moderna está escrito y organizado de forma sencilla, amena y didáctica, con párrafos cortos y concisos y con cientos de ilustraciones que refuerzan y aclaran las ideas expuestas. Como complemento imprescindible se incluyen numerosos experimentos, proyectos y procedimientos prácticos, con instrucciones claras y precisas para que usted pueda comprobar por sí mismo la teoría y conocer como trabajan los componentes, los circuitos y los sistemas electrónicos digitales.

Si su campo de interés es la electrónica en cualquiera de sus formas, ¡este curso es para usted!. El curso está dirigido a estudiantes, profesores, técnicos, tecnólogos, y en general, a todas aquellas personas que desean entender y utilizar la electrónica digital.

El curso está orientado de manera que sirva como introductorio para aquellas personas neófitas en el área de la electrónica digital, o como curso de actualización para los que ya conozcan de circuitos digitales o se desempeñen en esta área.

Como tal entonces, será de gran ayuda para todos aquellos que deseen hacer de la electrónica digital una profesión en el futuro así como también para los amantes del «hágalo usted mismo», a quienes les gusta construir sus propios equipos electrónicos y realizar innovaciones o reparaciones en equipos existentes.

Como futuro profesional de la electrónica, usted adquirirá con este curso conocimientos técnicos claves para su desenvolvimiento como ciudadano del mañana. También obtendrá satisfacciones personales y económicas, ahorrará dinero y conseguirá reconocimientos laborales. Únase al creciente número de personas que han hecho de la electrónica su profesión o su hobby. El mundo necesita cada vez más personas como usted y este puede ser su primer paso en esta dirección. ¡Felicitaciones!.

Cómo está estructurado este curso

El Curso de Electrónica Digital de CEKIT se desarrolla como un programa teórico-práctico en 4 tomos o volúmenes que representan 4 secciones independientes denominadas Teoría de Circuitos Digitales, Tecnología Aplicada, Circuitos de Aplicación y Proyectos.

La sección de Teoría de Circuitos Digitales desarrolla el contenido y la fundamentación teórica del curso en forma de lecciones o capítulos. Aquí se incluyen no solamente los aspectos de conceptos y teoría sino también una gran cantidad de experimentos de comprobación y verificación, ejercicios prácticos, ejemplos, apuntes históricos interesantes, notas complementarias, glosarios y otras ayudas.

Al final de cada capítulo, se incluye un pequeño resumen que ayuda a fijar las ideas y a dar una visión global del mismo, también se entregan preguntas cuyas respuestas se publican en el siguiente capítulo con el fin de que el estudiante pueda valorar su entendimiento del tema.

La sección de Tecnología Aplicada presenta de manera clara y sencilla el funcionamiento de dispositivos o aparatos de la vida diaria como aplicación de los conceptos estudiados en la parte teórica del curso. Aquí se tratarán temas como el de las comunicaciones satelitales, la fibra óptica, los discos compactos o CDs, el código de barras y muchos otros. Con esto se pretende proporcionar al lector una visión entretenida y didáctica de algunos de los dispositivos digitales de mayor impacto y uso en la industria, el comercio y el hogar.

En la sección correspondiente a los Circuitos de Aplicación se analizan más de 50 circuitos con lo cual se busca no sólo proveer al estudiante la oportunidad de ver los principios teóricos aplicados a la solución de situaciones prácticas, sino también suministrar una colección de circuitos que pueden ser utilizados en una variedad de situaciones de la vida real.

En cuanto a la sección de Proyectos, se explica en ésta la construcción y el funcionamiento de una gran variedad de aparatos útiles, los cuales se encuentran disponibles en forma de kits (piezas sueltas para ensamblar), diseñados y garantizados por CEKIT S.A. Los proyectos de esta sección se agrupan en el tomo 4.

Finalmente, como complemento de la obra, se suministra un cuestionario que le servirá para evaluar su grado de aprendizaje y optar un certificado de conocimientos en Electrónica Digital expedido por CEKIT S.A., el cual también le será útil como material de repaso y de referencia.

Introducción

La electrónica digital ha penetrado todos los campos de la actividad humana. Sería difícil imaginar el mundo moderno sin la presencia de computadoras, CDs, máquinas de fax, teléfonos celulares, Internet etc. Todos estos, claros exponentes de la electrónica digital. Vivimos inmersos en un mundo donde la electrónica digital ejerce influencia sobre nuestro modo de vida, además de ser una fuente inagotable de oportunidades de trabajo y de realizaciones personales.

La electrónica digital ofrece muchas y variadas oportunidades de trabajo y desarrollo para aquellas personas que se capaciten en esta interesante área del saber. El desarrollo permanente de nuevos sistemas, productos, componentes y procesos, son garantía de una demanda sostenida de personas con habilidades en esta rama de la electrónica.

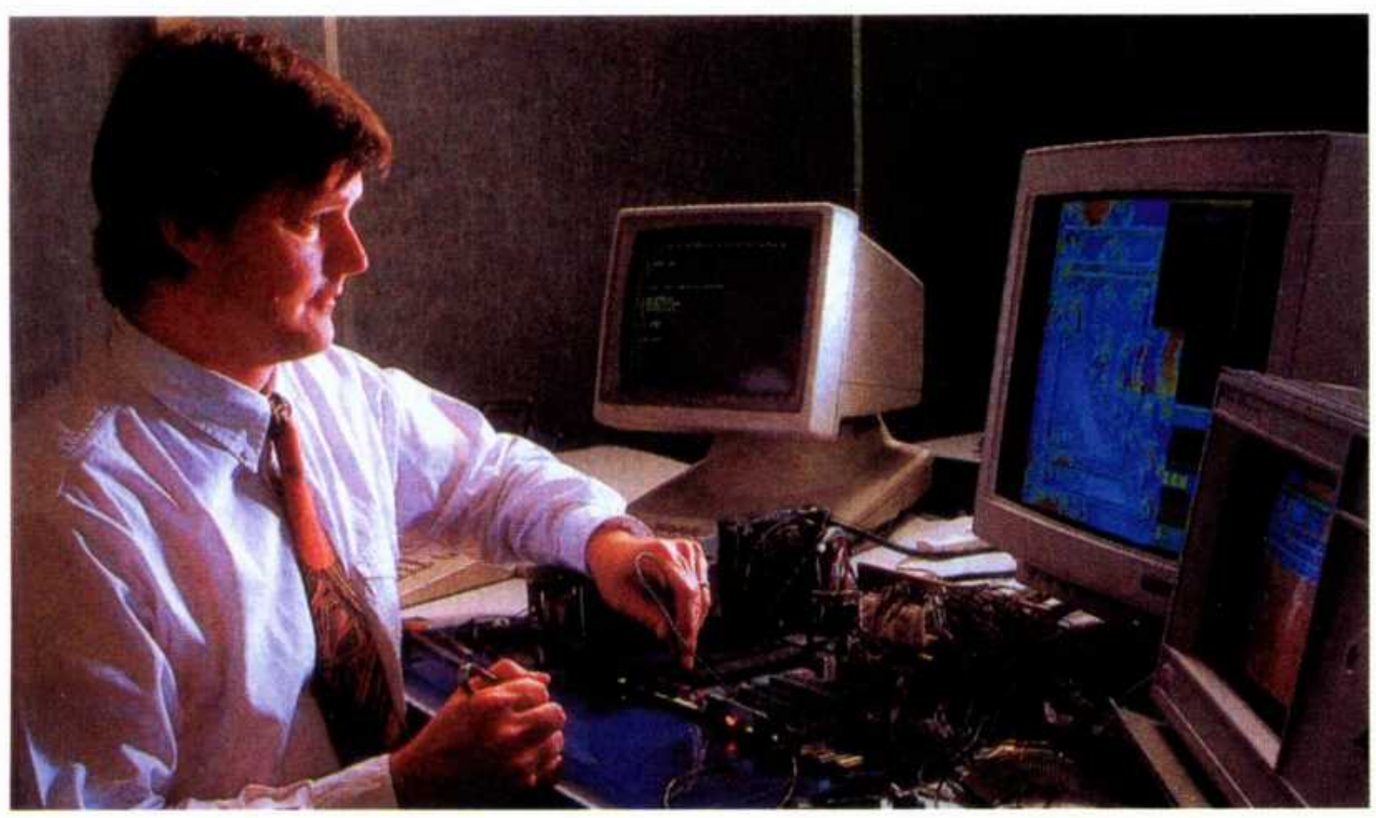
La electrónica digital abarca todos aquellas técnicas y conocimientos que se relacionan con el uso y manipulación de cantidades digitales en forma electrónica. Como casi todo hoy en día es digitalizable, el área de cubrimiento de la electrónica digital es cada vez mayor. En este curso se emprende el estudio detallado de los componentes y técnicas que le permitirán el entendimiento claro y actualizado de los sistemas digitales.

Cómo está estructurado el curso

El curso consta de una parte teórica, en donde se exponen los principios fundamentales, y de un componente basado en proyectos y circuitos de aplicación que hace énfasis en los aspectos prácticos de la materia. La parte teórica, que también incluye un número importante de experimentos, se divide en 36 capítulos. A esto le acompaña una sección de circuitos de aplicación que cubre más de 50 circuitos prácticos, además de 30 proyectos constructivos completamente terminados. En la sección de tecnología aplicada, se tratan los 20 dispositivos digitales de mayor impacto en la vida moderna.

A quién va dirigido el curso

El Curso de Electrónica Digital Moderna de CEKIT está dirigido a aficionados, estudiantes, profesores, técnicos, tecnólogos, ingenieros, y en general a todas aquellas personas que deseen iniciarse en el conocimiento de la electrónica digital, hacer de la misma una profesión hacia el futuro, realizar sus propios proyectos o contar con un texto de consulta o referencia actualizado y completo.



Es también de gran ayuda para aquellas instituciones educacionales conscientes de la necesidad de incluir la electrónica digital dentro de sus programas académicos. La industria en general, también encontrará muy útil este curso para la capacitación de su personal en los conocimientos y técnicas de la electrónica digital.

Sección
Teoría de Circuitos Digitales

Aquí se exponen los principios teóricos fundamentales para el entendimiento de la materia. Además, se incluye un componente práctico en la forma de numerosos experimentos que le permiten al estudiante comprobar lo visto en la teoría y desarrollar la habilidad de diseñar sus propios experimentos. Para reforzar el aspecto didáctico del curso, se incluye al final de cada capítulo una sección de resumen y se proponen ejercicios cuyas respuestas se dan en el siguiente capítulo.

Contenido

- Introducción a la electrónica digital
- Compuertas lógicas y operaciones básicas
- El sistema binario
- Circuitos integrados digitales
- Teoremas y leyes básicas del álgebra booleana
- El sistema hexadecimal
- Códigos para representar información
- Características eléctricas de las compuertas
- Hojas de datos
- Análisis y diseño de circuitos combinatorios
- Simulación y modelamiento digitales
- Consideraciones prácticas de implementación
- Disparadores Schmitt y buffers
- Interfaces a circuitos de potencia
- Factorización y simplificación de funciones
- Algunos ejemplos de diseño intuitivo
- Decodificadores
- Codificadores
- Circuitos aritméticos
- Circuitos lógicos secuenciales
- Los flip-flops
- Aplicaciones de los flip-flops
- Los registros de desplazamiento
- Circuitos de tiempo
- Dispositivos de memoria
- La memoria ROM
- Otros PLDs
- Conversión análogo/digital y digital/análogo
- Diseño de circuitos secuenciales
- Instrumentación y diagnóstico de fallas
- Circuitos secuenciales con PLDs
- Verificación de circuitos NPL
- Lógica con relevos
- Electrónica digital en aparatos caseros
- Nociones de lógica difusa (fuzzy logic)
- Introducción a los microprocesadores y a los DSP

Sección
Circuitos de Aplicación

Esta sección, que incluye más de 50 circuitos muy bien explicados, tiene como objeto proveer al estudiante con una variedad de circuitos que cubren una gama de conceptos amplia, reforzando así lo visto en la sección teórica del curso. A la vez, se busca dotar al estudiante de un cúmulo de circuitos de mucha utilidad que le pueden servir más adelante para la resolución de problemas prácticos en la vida diaria.

Contenido

- Detector de nivel de agua
- Oscilador de doble LED
- Punta de prueba lógica del pobre
- Oscilador de una compuerta
- Circuito de sirena
- Interruptor de toque
- Oscilador controlado
- Oscilador sencillo con parlante y buffers
- Relé con retraso al cierre
- Oscilador estable de dos compuertas
- Detector de humedad para plantas
- Variador de intensidad de luz (Dimmer)
- Luz nocturna automática
- Convertidor de onda seno a cuadrada
- Detector audible de continuidad
- Relé temporizado
- Detector de paridad
- Pulsador lógico simple
- Girador de segmentos en un display
- Generador de paridad
- Conformador de onda cuadrada
- Detector de falla de energía (detecta ciclo faltante)
- Estirador de pulsos
- Interruptor sin rebotes con compuertas
- Generador de pulso de inicialización
- Control de velocidad de motor DC
- Aparato de suma y resta de un dígito
- Circuito eliminador de rebotes con flip-flops
- Varios circuitos con el 555
- Oscilador con cristal
- Oscilador pulsado
- Multiplexado de displays
- Eliminador de rebotes con inversores
- Un oscilador controlado por voltaje (VCO)
- Generador de pulsos de ancho variable
- Otros efectos sonoros por superposición de formas de onda
- Juego de luces variable con 74154
- Contador de eventos de tres dígitos
- Escaneador de alarma
- Retraso largo con XR2240
- Codificador de teclado
- Teclado decimal con salida a siete segmentos
- Multiplexación de datos de 8 bits con mux y triestado
- Circuito de luces de tiempos aleatorios contra ladrones
- Broche electrónico
- Luces programables con RAM
- Cerradura codificada para automóvil
- Detector de precedencia en juegos
- Rastreador de niveles con SMD
- Generador de seudoruido
- Transmisión serial
- Temporizador disparado por luz
- Medidor de tiempo de reacción

Sección Tecnología Aplicada

Esta sección describe en detalle el funcionamiento de 20 de los más importantes dispositivos electrónicos tanto del sector industrial, como del comercio y del hogar. Se busca con esto, que el estudiante vea como los conceptos y la terminología aprendida en la teoría, le permiten entender el funcionamiento de sistemas electrónicos reales, por complejos que estos sean.

Electrónica digital • Tecnología aplicada

En que consiste

Lectura de las barras

Electrónica digital • El código de barras

Especificaciones de lectores

Simbologías de códigos de barras

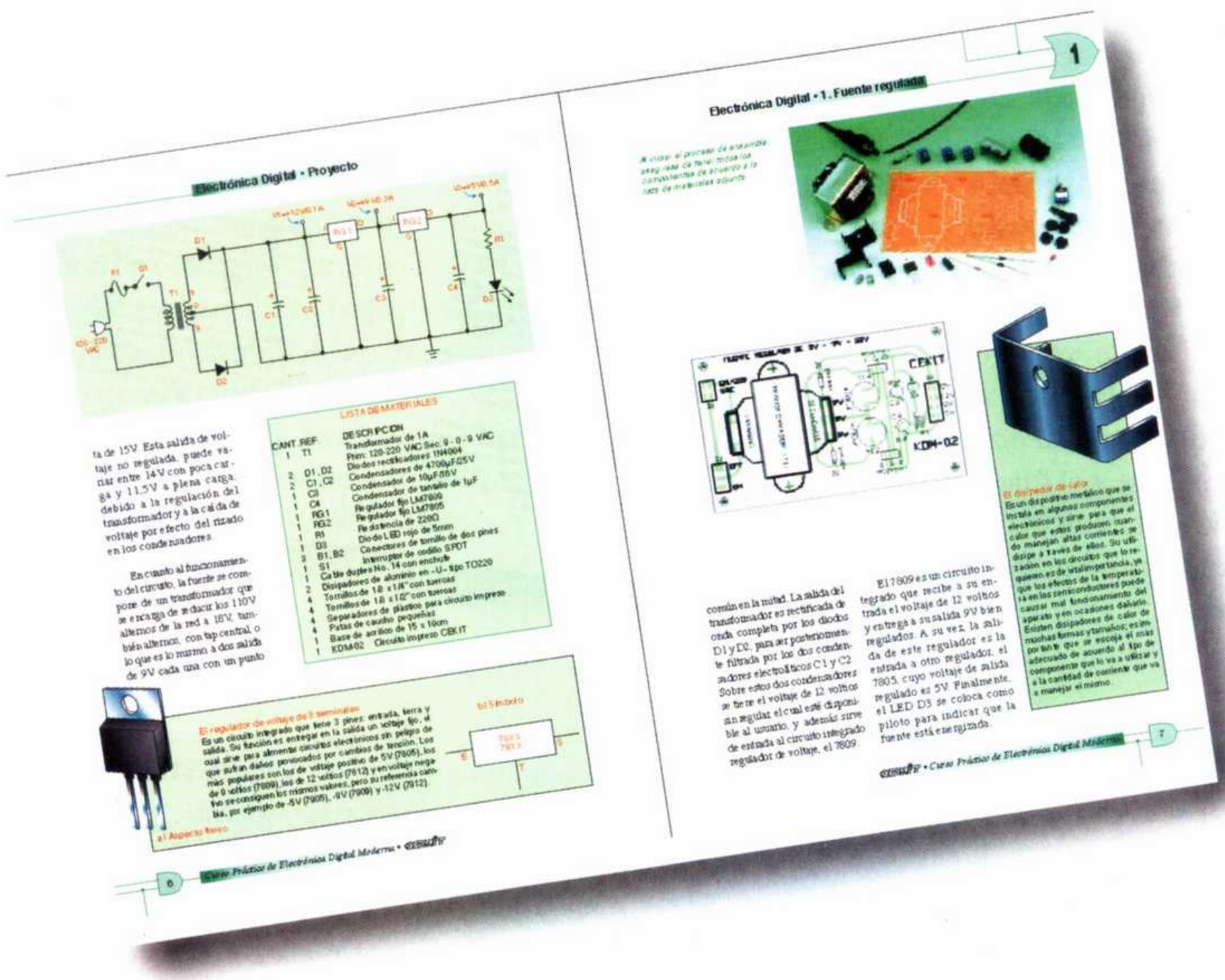
Contenido

- El código de barras
- La impresora de chorro de tinta (Inkjet)
- Cómo se construyen los circuitos integrados
- El CD- ROM (El minidisk)
- Las comunicaciones satelitales
- El motor paso a paso
- El disco duro
- El ultrasonido
- El GPS
- El scánner
- La televisión de alta definición
- Las pantallas planas (Flat panel displays)
- La fibra óptica
- La fotocopiadora
- La cámara fotográfica digital
- La impresora láser
- La telefonía digital
- El osciloscopio digital
- La compresión de datos
- Detección remota vía satélite

Sección

Proyectos

Esta sección ofrece al estudiante la oportunidad de desarrollar proyectos reales hasta llevarlos a su forma totalmente acabada, incluida la fabricación del chasís o caja cuando el proyecto lo amerite. Se busca proveer al estudiante, por un lado, con la satisfacción de ver un proyecto concluido, y por otro, con las habilidades constructivas y de experimentación que lo capacitarán para abordar la construcción de sus propios proyectos al futuro.



Contenido

- Punta lógica sencilla
- Fuente regulada de 5, 9 y 12V
- Ruleta con sonido
- Secuenciador de luces
- Entrenador Digital TTL K-045
- Dado digital
- Pulsador lógico
- Contador fotoeléctrico
- Probador de transistores
- Detector de teléfono ocupado
- Punta de prueba audible
- Capacímetro digital
- Temporizador digital
- Punta lógica profesional
- Termómetro digital
- Máquina tragamonedas
- Sistema de entrada sin llaves
- Generación de ondas con EPROM y DAC
- Medidor de pulsaciones cardíacas
- Frecuencímetro digital
- Probador de circuitos integrados
- Tacómetro para auto
- Proyecto con PLD
- Proyecto con SMD
- Analizador lógico con PC
- Reloj digital
- Temporizador largo con el XR2240
- Luces aleatorias para ladrones
- Máquina pin-ball electrónica
- Rueda de colores
- Medición de tiempo de reacción
- Programador manual de EPROMs

Para qué le servirá este curso

El Curso de Electrónica Digital Moderna, complementado con el respaldo permanente de nuestra prestigiosa compañía, le proporcionará los elementos conceptuales y las habilidades prácticas necesarias para desenvolverse con éxito como profesional competente en el campo de la Electrónica Digital. Usted puede, por ejemplo, crear su propia empresa de productos electrónicos o desenvolverse como técnico independiente.

Este curso también lo prepara adecuadamente para recibir cursos especializados en Microprocesadores, Microcontroladores, Mantenimiento Industrial, Mantenimiento de Computadoras y otras ramas de la aplicación electrónica.

Otros beneficios que obtendrá

Además de todos los conocimientos, habilidades y satisfacciones que la obra le dará, como alumno de este curso, usted obtendrá los siguientes beneficios adicionales:

Un Certificado de Conocimientos y Entrenamiento en Electrónica Digital Moderna, expedido por CEKIT S. A. Simplemente conteste el cuestionario de evaluación que se entrega al final de la obra y remita la hoja de respuestas a nuestras oficinas centrales. Si supera un puntaje mínimo establecido, a vuelta de correo recibirá su certificado. En caso contrario, tendrá otras oportunidades.

Con los fascículos 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 y 40 recibe un circuito impreso completo, perforado y con serigrafía del proyecto correspondiente. Son 9 circuitos impresos completamente gratis.

Recibe también un diskette de computadora con un simulador digital que le será muy útil para experimentar, sin necesidad de componentes, con circuitos digitales combinatorios y secuenciales y para entender el funcionamiento de un simulador.

Recibirá también asesoría técnica gratuita por parte del Departamento Técnico de CEKIT para resolver sus dudas y dificultades en la construcción de sus proyectos.

Cómo se colecciona la obra

El Curso de Electrónica Digital Moderna de CEKIT S. A. se publica en forma de 40 fascículos de aparición semanal encuadernables en 4 volúmenes. Cada fascículo consta de 4 páginas de cubiertas y de 20 páginas de contenido a todo color. De estas últimas, 12 están dedicadas a la sección de **TEORÍA DE CIRCUITOS DIGITALES**, 4 a la sección de **PROYECTOS**, y las 4 restantes alternan semanalmente entre **CIRCUITOS DE APLICACIÓN** y **TECNOLOGÍA APLICADA**.

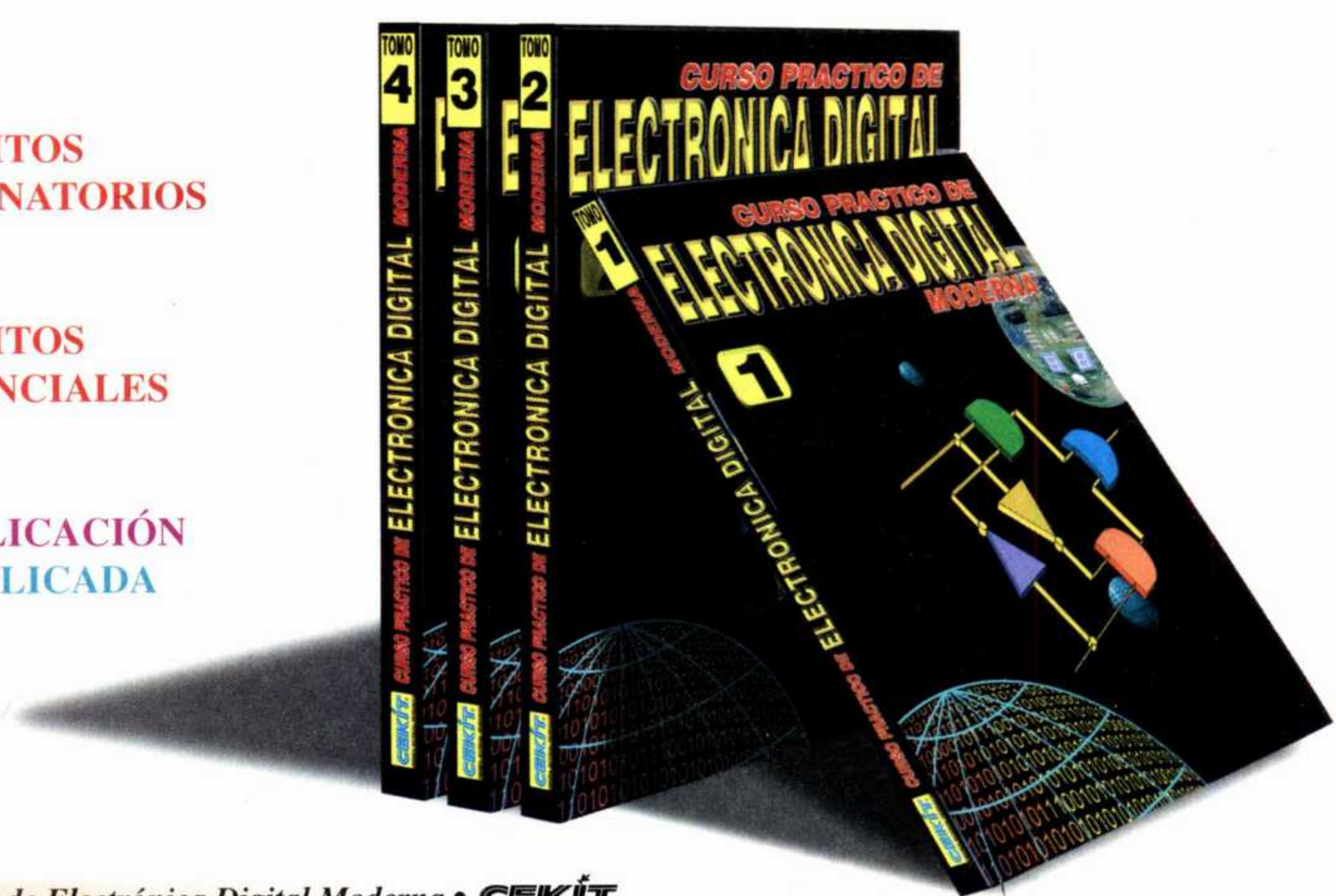
Las páginas de cada sección son encuadernables por separado. Por esta razón, al formar los volúmenes debe cuidarse de desprender previamente, de todos los fascículos, las 4 páginas centrales de **PROYECTOS**, las 4 páginas siguientes de **CIRCUITOS DE APLICACIÓN** o de **TECNOLOGÍA APLICADA** y las 12 páginas restantes de **TEORÍA DE CIRCUITOS DIGITALES**. Con el fascículo que completa cada uno de los 4 volúmenes de la obra se pondrán a la venta las tapas para su encuadernación. Los volúmenes se conforman de la siguiente manera:

VOLUMEN 1
TEORÍA DE CIRCUITOS DIGITALES COMBINATORIOS

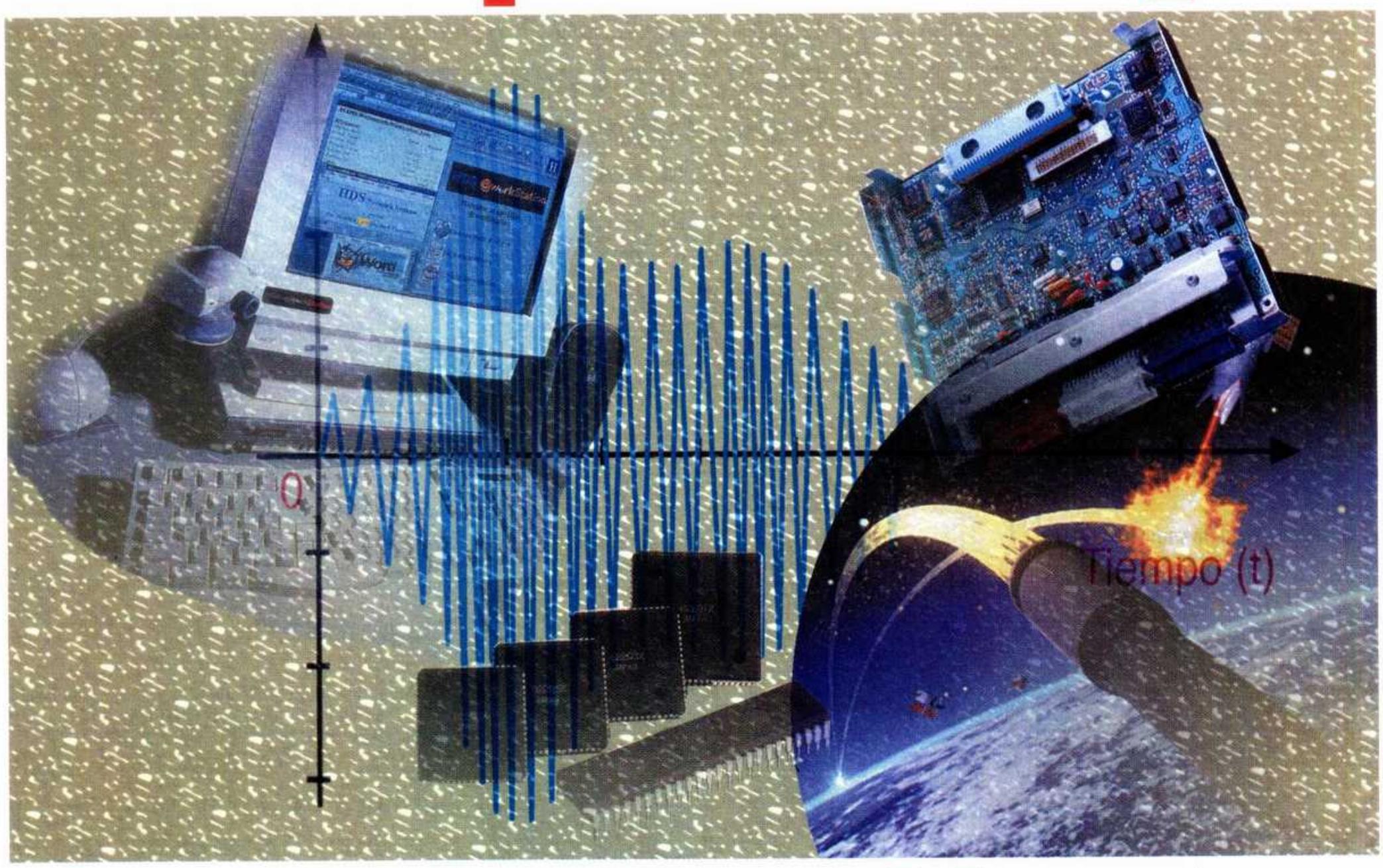
VOLUMEN 2
TEORÍA DE CIRCUITOS DIGITALES SECUENCIALES

VOLUMEN 3
CIRCUITOS DE APLICACIÓN Y TECNOLOGÍA APLICADA

VOLUMEN 4
PROYECTOS



Capítulo 1



Introducción a la electrónica digital

1.1 El impacto de la electrónica digital
1.2 El transistor y el circuito integrado
1.3 Circuitos análogos y circuitos digitales
1.4 Niveles digitales
1.5 Ventajas y desventajas de los sistemas digitales
Experimento 1.1
Resumen
Preguntas y Respuestas

Introducción a la electrónica digital

Se ilustra en este capítulo el efecto dramático de la electrónica digital sobre todos los campos de la actividad humana y se da inicio al conocimiento formal de la electrónica digital resaltando la diferencia entre las señales y fenómenos análogos y los digitales.

1.1 El impacto de la electrónica digital

El mundo se volvió digital!! La frase, aunque no es cierta, se oye con frecuencia como reflejo del crecimiento explosivo de la electrónica digital que ha penetrado todos los campos de la actividad humana, desde los ambientes especializados del campo militar, la industria, y las ciencias, hasta las aplicaciones cotidianas del hogar.

Tal vez la computadora es el aparato electrónico que más dramáticamente ilustra el fenomenal desarrollo de la electrónica digital.

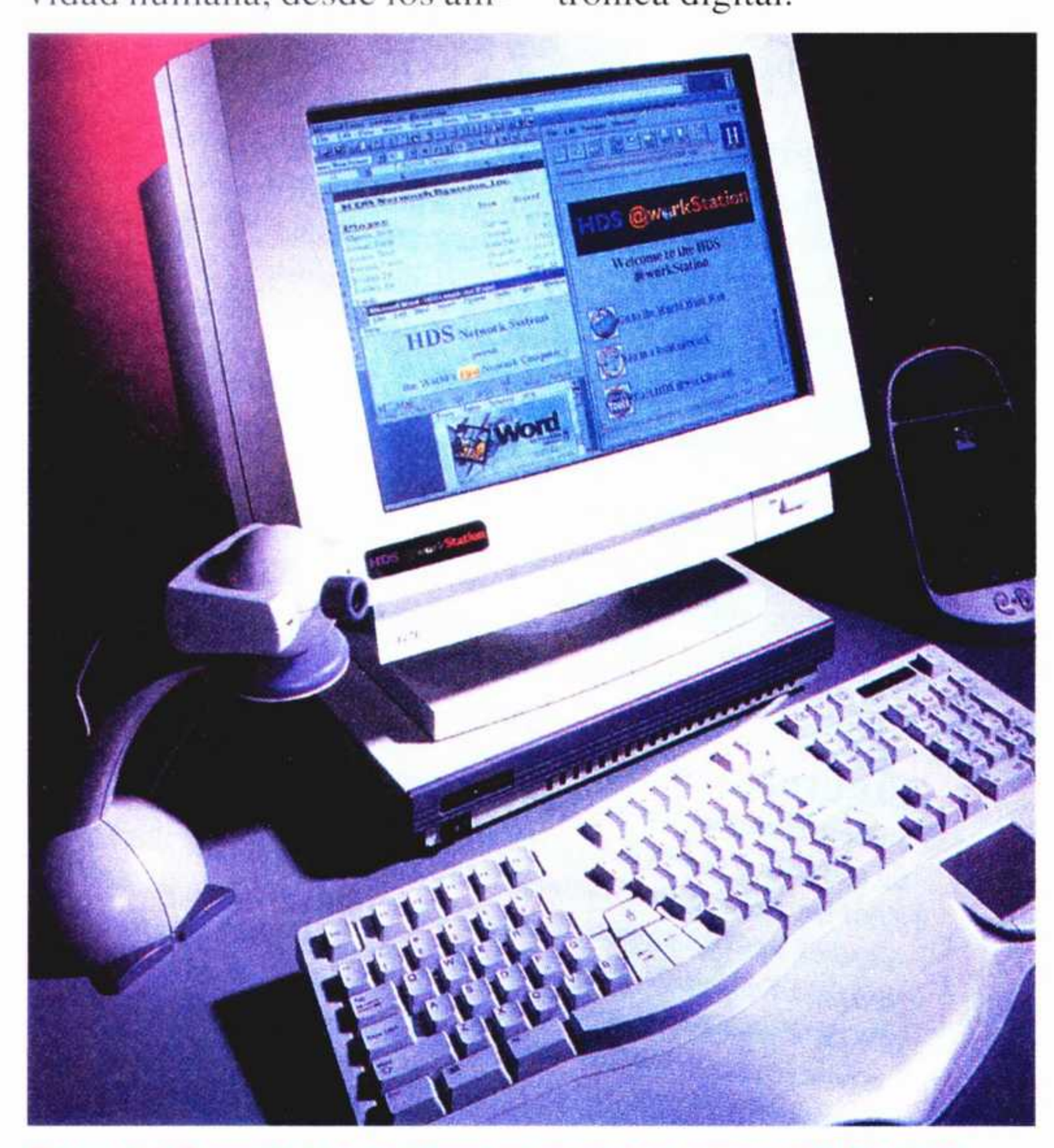


Figura 1.1 Computadora moderna equipada con cámara de televisión

Las primeras computadoras de tipo digital se construyeron con suiches y relevos constituyéndose en verdaderos monstruos electromecánicos, los cuales posteriormente evolucionaron a sus versiones electrónicas construidas con tubos de vacío, de las cuales la primera fue el ENIAC.

Esta computadora, cuya construcción se terminó hacia finales de 1946, ocupaba un área de 10 metros por 15 metros y pesaba aproximadamente 30 toneladas.

Dieciocho mil tubos de vacío constituían los componentes electrónicos del monstruo, y su consumo de potencia de 150 kilovatios, era suficiente para iluminar un pequeño pueblo.

Según registros de la época, en el año de 1952 como parte normal del mantenimiento del equipo, fue necesario sustituir 19.000 tubos de vacío, lo que daría un promedio de 50 tubos dañados por día, y su uso principal era en el

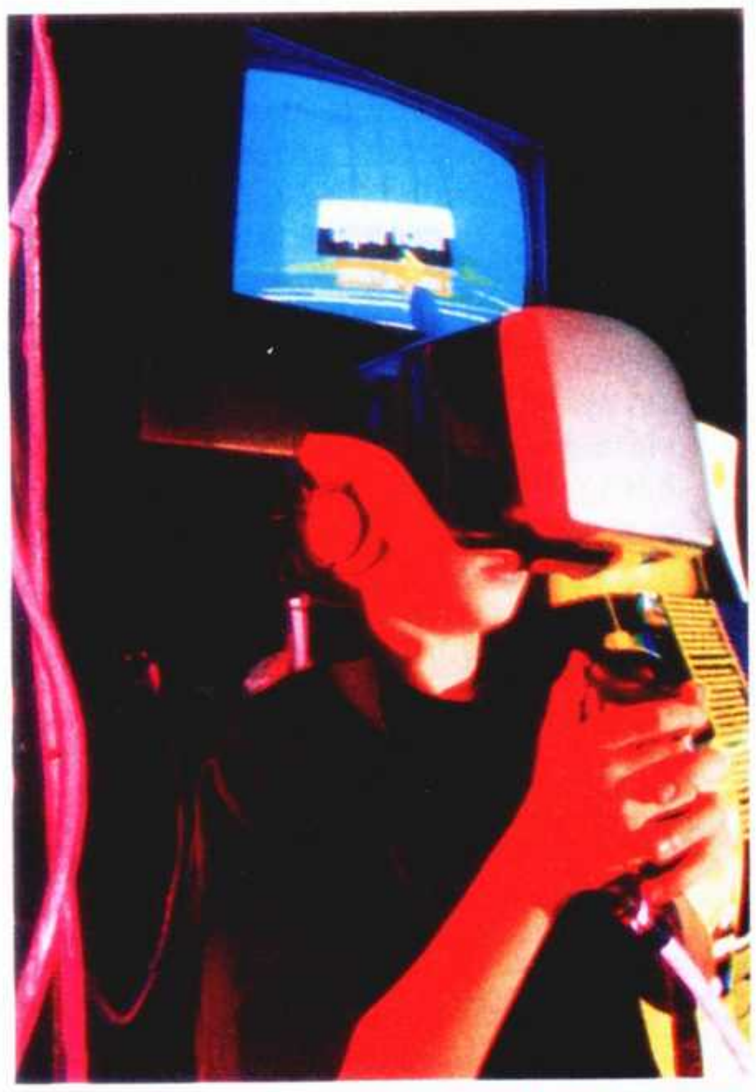


Figura 1.2 Los juegos también han sido influenciados por la electrónica digital, con la llegada de la realidad virtual.

cálculo de trayectorias balísticas de proyectiles; es decir, aplicaciones especializadas de tipo militar.

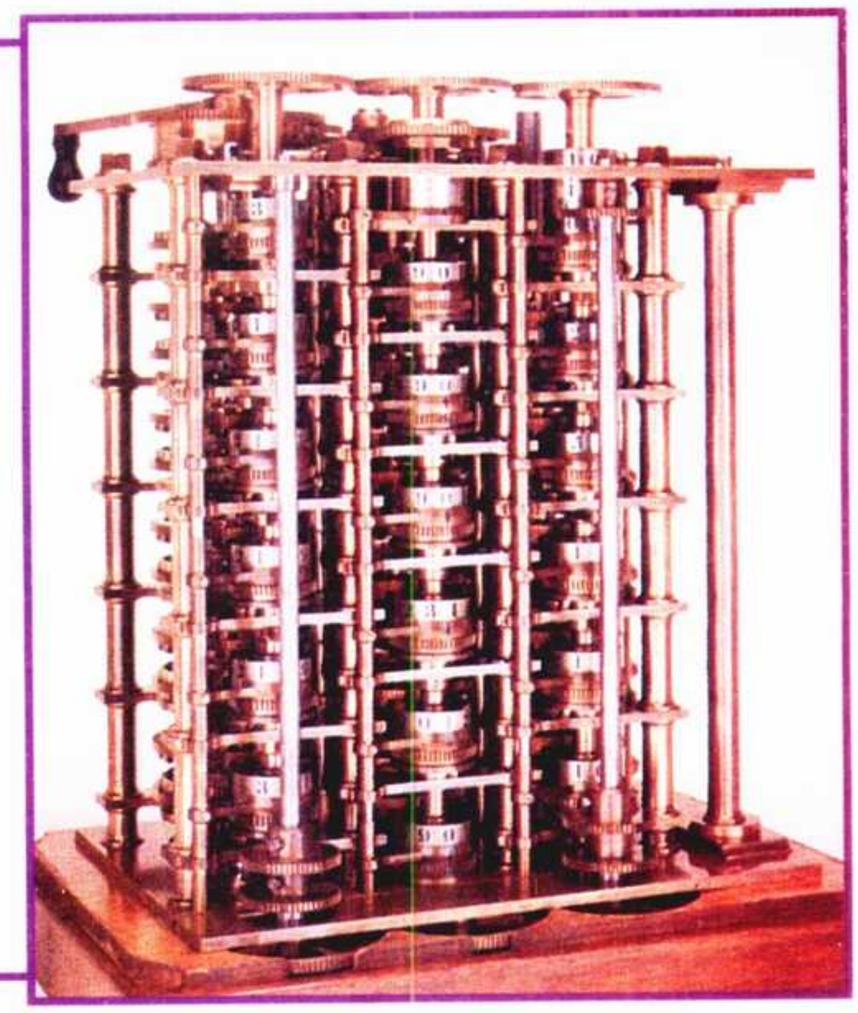
En contraste, las computadoras modernas, aparte de su reducido tamaño y bajo consumo de potencia, como lo evidencian los lap-tops o computadoras portátiles, han adquirido características de tipo genérico que las ha llevado casi que a convertirse en un electrodoméstico más en el hogar, desempeñando funciones tan variadas como las de procesador de texto, juegos, terminal de comunicaciones en Internet, herramienta de diseño en ingeniería, controlador de procesos industriales y un sinnúmero de aplicaciones en todos los campos de la ciencia y la ingeniería.

Una mirada a nuestro alrededor, nos muestra manifestaciones de la electrónica digital en la forma de relojes digitales con precisiones de segundos al año; en el hogar, los hornos microondas, la lavadora de ropa, de platos, la video grabadora, entre otros, incorporan microcomputadoras dedicados que desempeñan funciones de con-

Figura 1.3 Aparatos de uso diario: Todos son digitales hoy en día.

El primer dispositivo que pudiera considerarse como una computadora en el sentido moderno de la palabra, se debió al célebre y excéntrico matemático británico Chales Babbage. Debido a que en su época las tablas matemáticas de logaritmos y trigonométricas se calculaban manualmente por equipos de matemáticos trabajando día y noche en calculadoras mecánicas muy primitivas, en 1822 Babbage propuso la construcción de una máquina que calculara automáticamente tales tablas. Dadas las limitaciones tecnológicas propias de la época, Babbage nunca pudo terminar de construir su *máquina diferencial* como él la llamaba.

En 1990, casi 150 años después, un equipo de ingenieros del Museo de Ciencia de Londres terminó de construir la máquina basándose en planos y dibujos originales de la época. La máquina consiste en 4000 piezas mecánicas hechas de hierro, bronce y acero para un peso total de 3 toneladas y más de 2 metros de altura. Los cálculos efectuados con ella han arrojado una exactitud de 31 dígitos, mucho más que la precisión de una calculadora electrónica moderna!!! Cada cálculo, sin embargo, requiere que un operario gire una manivela cientos y hasta miles de veces.



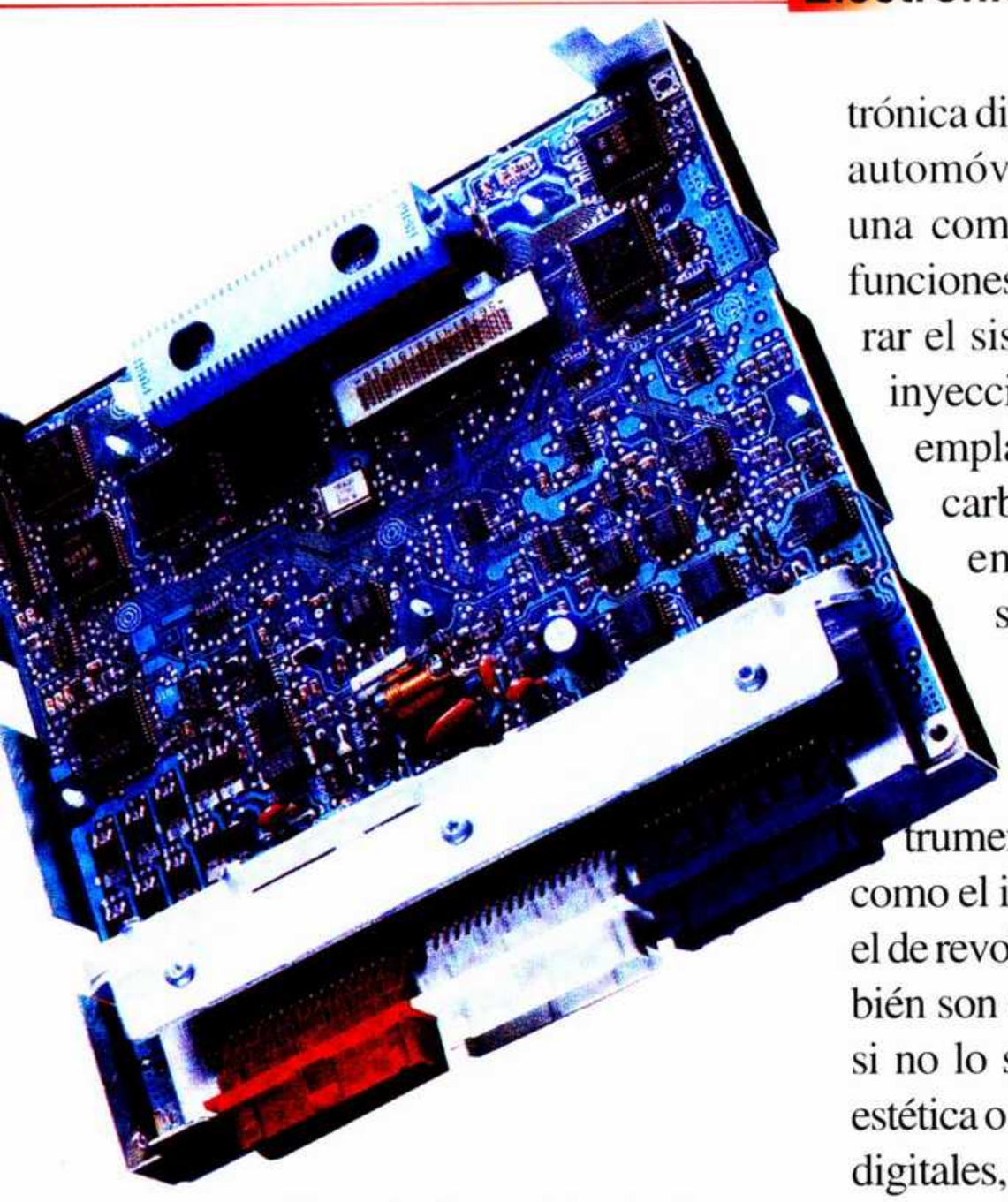


Figura 1.4 Módulo de control electrónico de un automovil

trol de manera transparente para el usuario que no se percata de la existencia de la computadora dentro de su electrodoméstico.

En el campo de la música, los CDs han invadido el ambiente dado su reducido costo de producción; sintetizadores musicales de todo tipo, instrumentos tan tradicionales y acústicos como los tambores, las guitarras y los violines reemplazados por versiones completamente electrónicas en donde ni el cuero, ni la madera ni las cuerdas tienen ya nada que ver con la música.

Piezas de renombrada tradición mecánica como el automóvil también han sucumbido al asalto implacable de la electrónica digital. En el corazón del automóvil moderno se ubica una computadora entre cuyas funciones se cuentan las de operar el sistema de ignición y la inyección de combustible, reemplazando así al venerable carburador, el control de emisiones, la transmisión, el frenado seguro del vehículo y otras.

Así mismo, los instrumentos del vehículo, tales como el indicador de velocidad, el de revoluciones, y el reloj también son de naturaleza digital, y si no lo son, es por razones de estética o de preferencias. Radios digitales, CDs también digitales, teléfono celular también digital y hasta equipo de navegación vía satélite, completa la dotación digital del auto moderno.

Próximo está además el día de las carreteras y automóviles inteligentes en que los automóviles llegarán a sus destinos de forma segura y confiable prácticamente sin intervención humana.

La próxima generación de dispositivos de localización geográfica GPS (*Global Positioning System*) tiene como meta poder establecer la posición geográfica del usuario con un error inferior a 15 centímetros a partir de referencias satelitales ubicadas a mas de 20.000 kilómetros de distancia!!

La finalidad de esto es poder ubicar la posición de un vehículo con la precisión necesaria para que bajo el control automático de sistemas digitales, sea posible evitar el riesgo de colisión con otro auto.

En el campo militar, las últimas guerras han mostrado con lujo de detalles la potencia mortífera de armas tan sofisticadas como los misiles de crucero que almacenan en su interior mapas digitalizados del terreno sobre el cual vuelan y reciben información de su posición vía localizadores GPS (vease por favor explicación del GPS más adelante), bombas inteligentes, inter-

Figura 1.5 Automóvil equipado con sistema de mapas y navegación digital

Figura 1.6 Satélite cuya misión es detectar el despegue de cohetes con carga nuclear

ceptores de misiles y toda una serie de sistemas de guía y localización de objetivos con rayos láser ademas del equipamento del soldado que incluye toda una gama de accesorios de información que le permiten saber exactamente su posición y conocer su entorno gracias a mapas digitalizados y a toda suerte de información almacenada en pequeñas computadoras de bolsillo.

La medicina, por supuesto, también se ha visto beneficiada en la forma de poderosas máquinas de diagnóstico no invasivo que gracias al poder de cálculo de las computadoras digitales, permiten generar imágenes asombrosas del interior del cuerpo humano.

En la industria, las aplicaciones por supuesto son incontables. Baste mencionar cómo trenes de engranages para reducción y control de velocidad de procesos están siendo reemplazados por motores digitales; los variadores de velocidad, otrora complejos mecanismos repletos de piñones, reemplazados por variadores electrónicos de velocidad; el control de inventarios y las bodegas completamente automatizados, merced a los sistemas basados en códigos de barras.

Abundan los robots en las fábricas de tecnología avanzada llegando incluso al extremo ya común de fábricas sin personas en donde todo el proceso productivo ha sido automatizado.

1.2 El transistor y el circuito integrado

El crecimiento vertiginoso de la electrónica digital puede atribuirse a dos inventos que cambiaron la cara al siglo XX, como fueron el transistor y el circuito integrado. El poder reemplazar un tubo al vacío, de por sí voluminoso y además con un filamento incandescen-

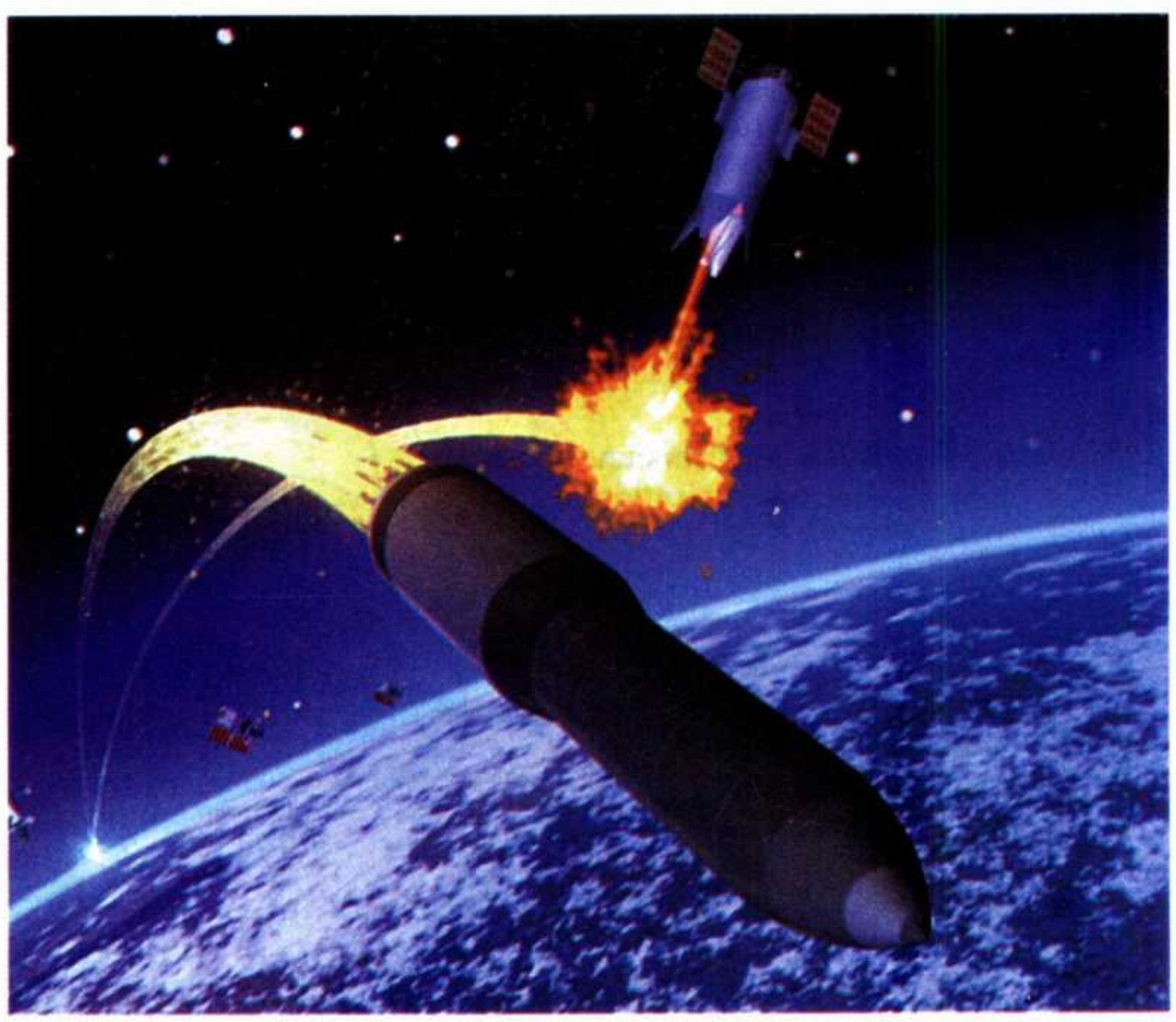


Figura 1.7 Cohetes y satélites equipados con rayos láser para destruir a otros satélites

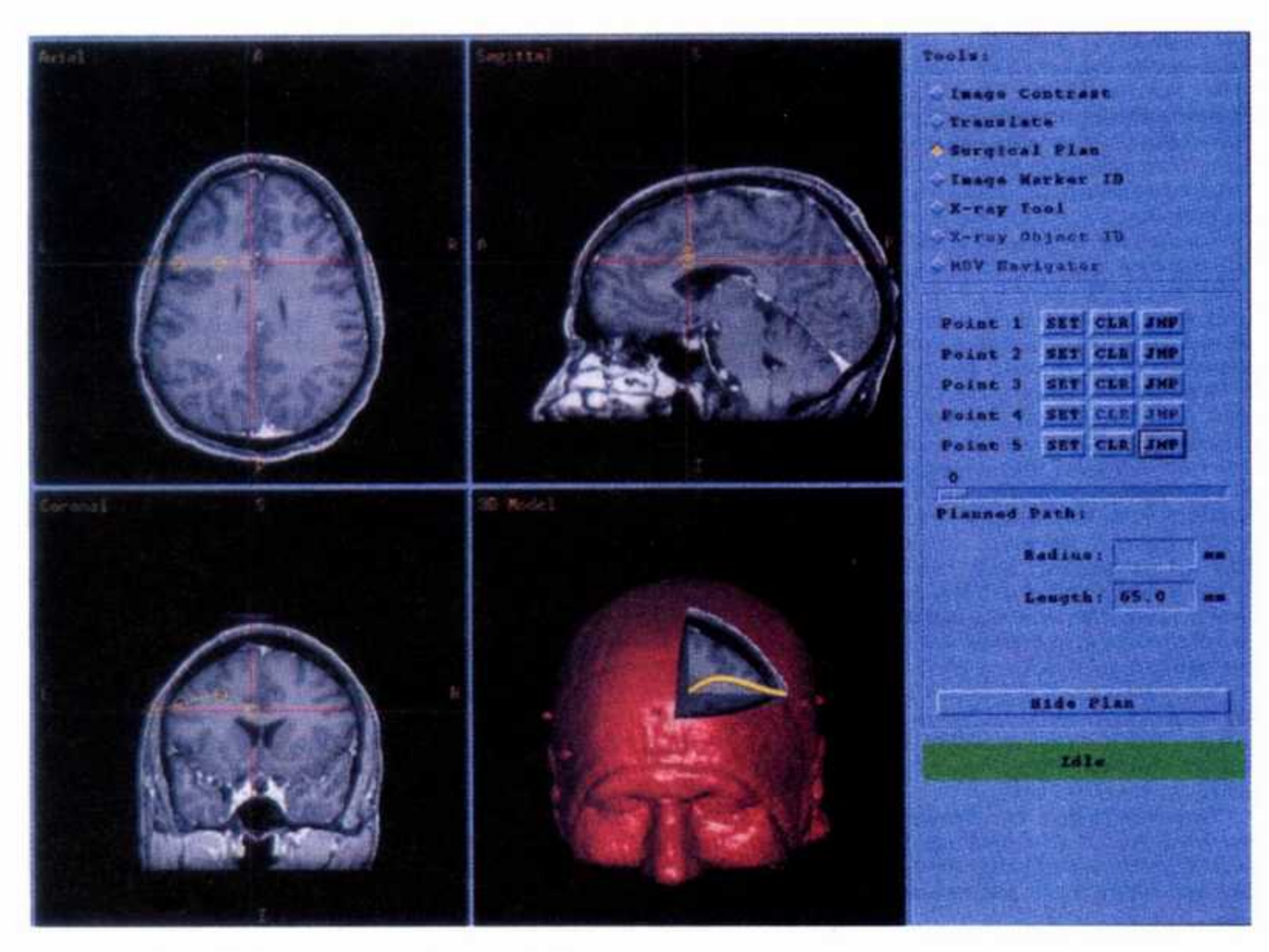


Figura 1.8 Imágenes esteroaxiales magnéticas que permiten ubicar con precisión la colocación de un catéter

te, por un dispositivo sólido, pequeño y confiable como el transistor abrió todo un universo de posibilidades en el mundo de la electrónica.

Piénsese no más en que el *cerebro* del ENIAC constituido por 18.000 tubos podría ahora ser reemplazado por 18.000 transistores cuyo volumen era miles de veces menor que el de los tubos y que además no requerían de calentamiento para funcionar. No solamente el tamaño y costo de las computadoras se redujeron dramáticamente, sino que así mismo la confiabilidad y rapidez también aumentaron en la misma proporción.

Gran parte de la necesidad de miniaturizar provino de la carrera espacial, en donde el costo de poner en órbita un kilo de carga se mide en millones de dólares, lo cual enrutó los esfuerzos de los investigadores hacia la integración de componentes discretos tales como transistores, diodos y resistencias en un sólo paquete compacto y de reducido tamaño fabricado sobre un pequeño trozo de material semiconductor que a la postre desembocó en el que hoy conocemos como el circuito integrado.

Los primeros microprocesadores de Intel en el año 1972, como el 8088, consistían en un circuito integrado

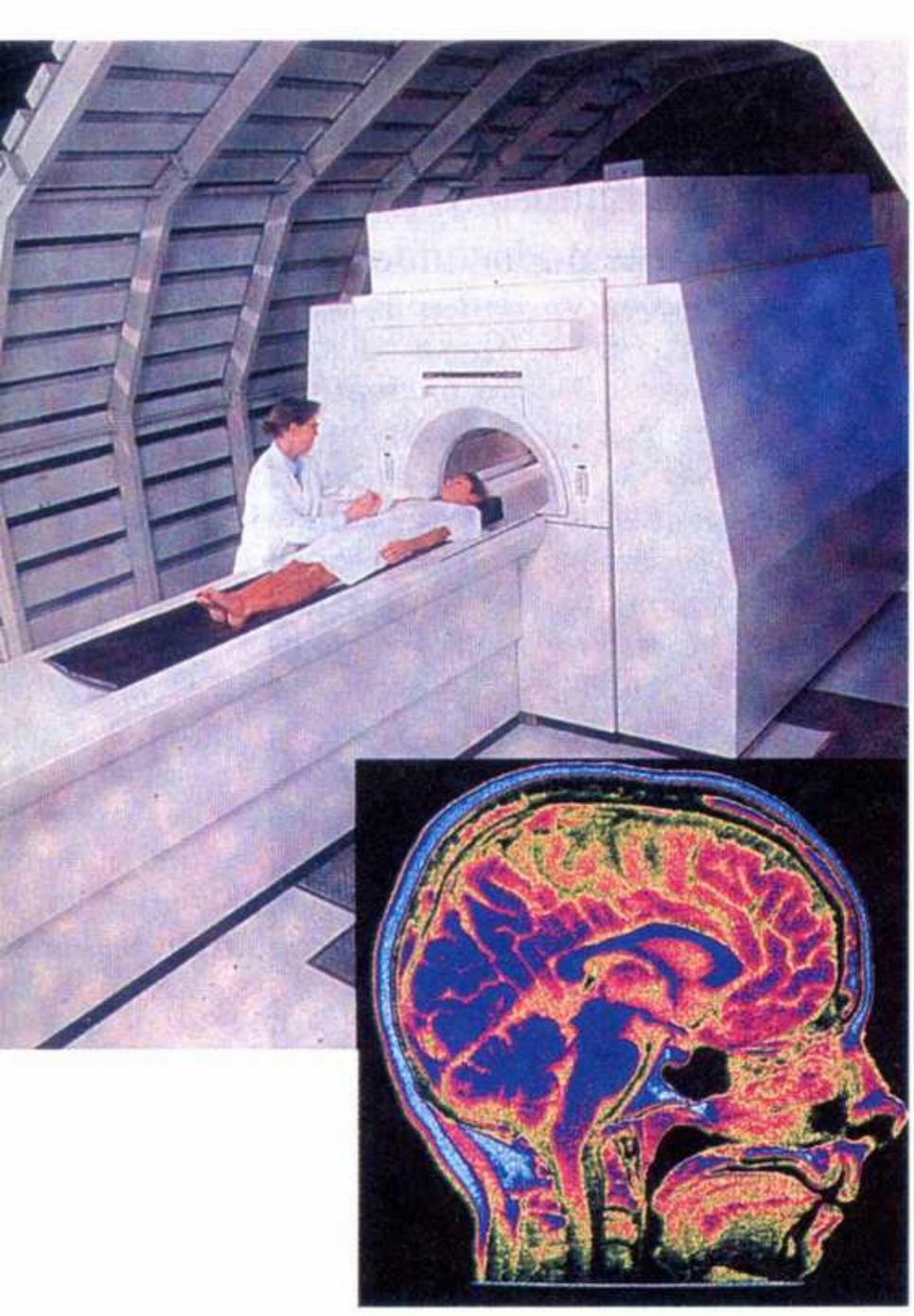


Figura 1.9 Sistema de imágenes por resonancia magnética. La imagen se genera digitalmente

A menudo se encuentran cantidades muy grandes o muy pequeñas de corrientes, voltajes, tiempo, memoria y otras. Para no tener que escribir cantidades grandes de ceros, a la izquierda o a la derecha según el caso, se recurre al uso de abreviaturas multiplicadoras. Por ejemplo, para indicar una resistencia de 15 millones de ohmios, en vez de escribir 15.000.000 ohmios, se escribe 15 MΩ. Un evento que dure por ejemplo 15 milésimas de segundo, no se escribiría como 0,015s sino como 15 ms.

Nombre	Símbolo	Significado
Giga	G	mil millones
Mega	M	un millón
Kilo	K	mil
Mili	m	una milésima
Micro	µ	una millonésima
Nano	n	una milésima de millonésima
Pico	p	una millonésima de una millonésima

compuesto por aproximadamente 5.000 transistores. En contraste, los microprocesadores con los que se construyen las computadoras personales de hoy contienen alrededor de 5 y más millones de transistores. Si a esto se suma una modesta cantidad de memoria RAM, digamos 32 Megas, la cual está constituida por más de 250 millones de transistores, podemos entonces apreciar la potencia de la computadora moderna, ademas de su reducido costo!!

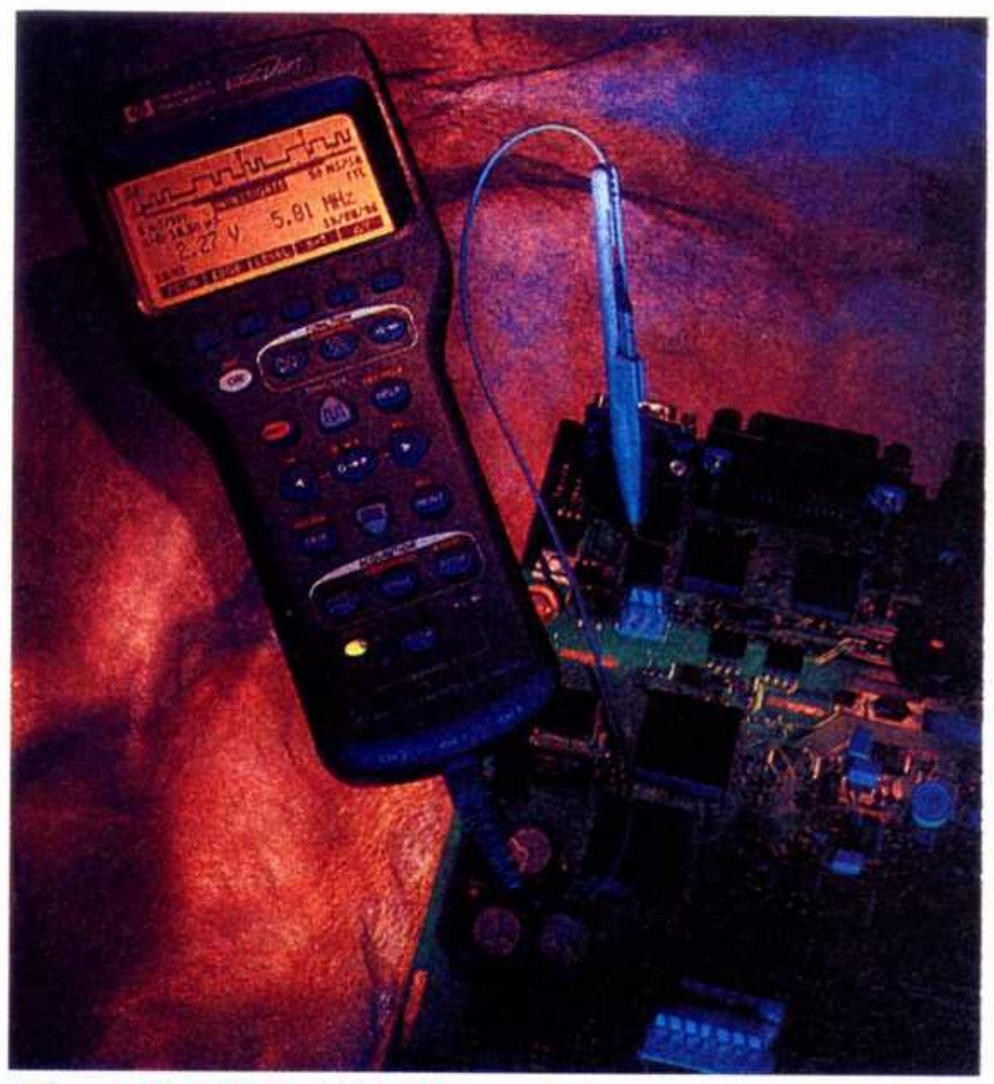


Figura 1.10 Los instrumentos de servicio y medida también son digitales

1.3 Circuitos análogos y circuitos digitales

Pero, qué es digital? Ciertamente el mundo en que vivimos es de naturaleza *análoga* o *analógica*, al menos a nivel macro, ya que si miramos las cosas a nivel microscópico encontramos que todo está constituido por átomos los cuales a su vez están formados por partículas discretas tales como electrones, protones y neutrones y otras, así que lo que a simple vista parece sólido, suave y continuo, a nivel microscópico no lo es.

Se dice que una cantidad es análoga cuando puede asumir cualquier valor numérico dentro de un rango posible de valores. En otras palabras, análogo es aquello que es de naturaleza continua y que puede como tal adoptar un infinito número de valores dentro de un rango posible.

Tomemos como ejemplo la velocidad de un automóvil medida en kilómetros por hora. La mínima velocidad a que se puede desplazar el vehículo es de 0 kilómetros por hora, es decir, quedarse quieto, y la máxima velocidad podría ubicarse digamos en los 300 kilómetros por hora. Decimos entonces que el

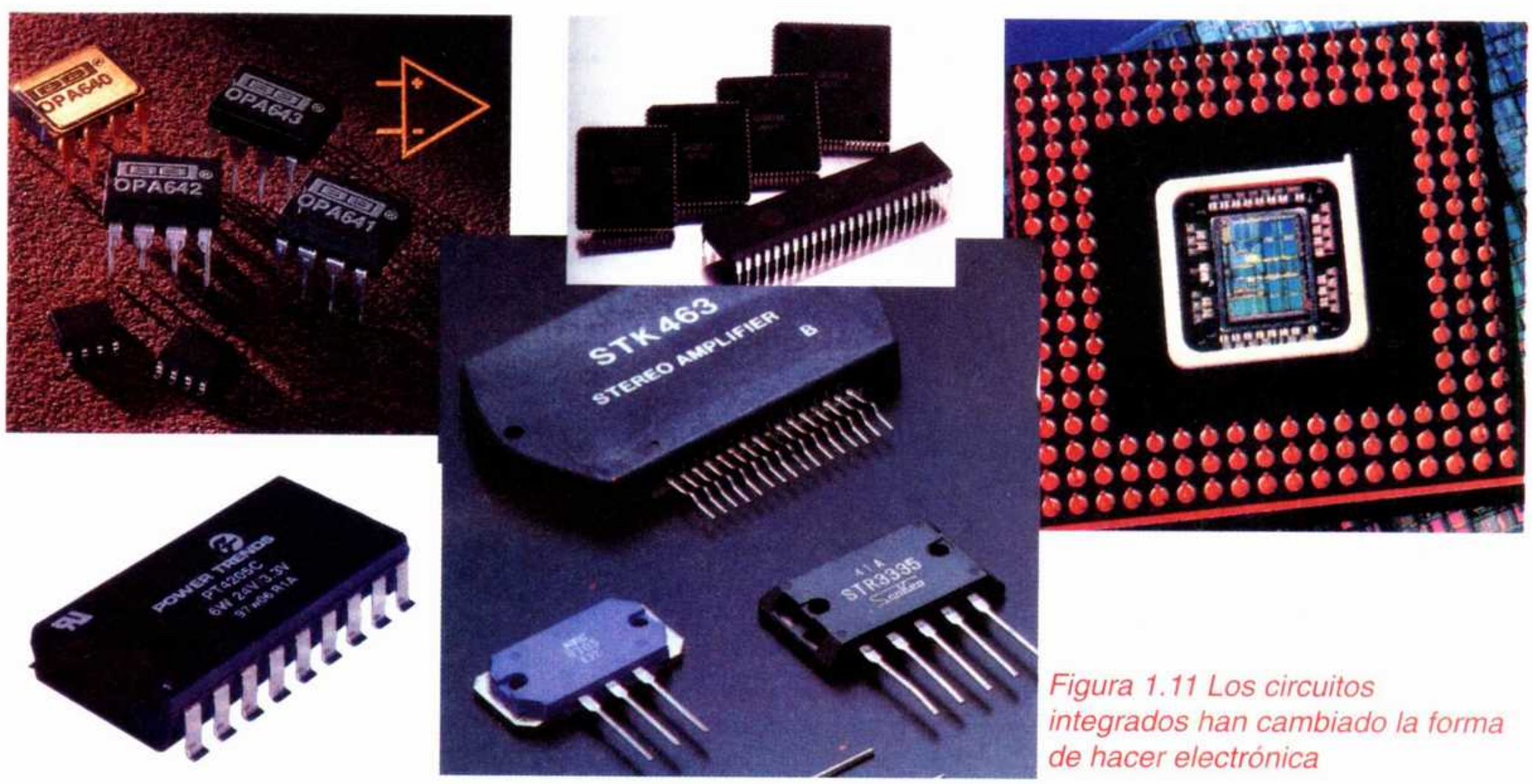


Figura 1.11 Los circuitos integrados han cambiado la forma de hacer electrónica

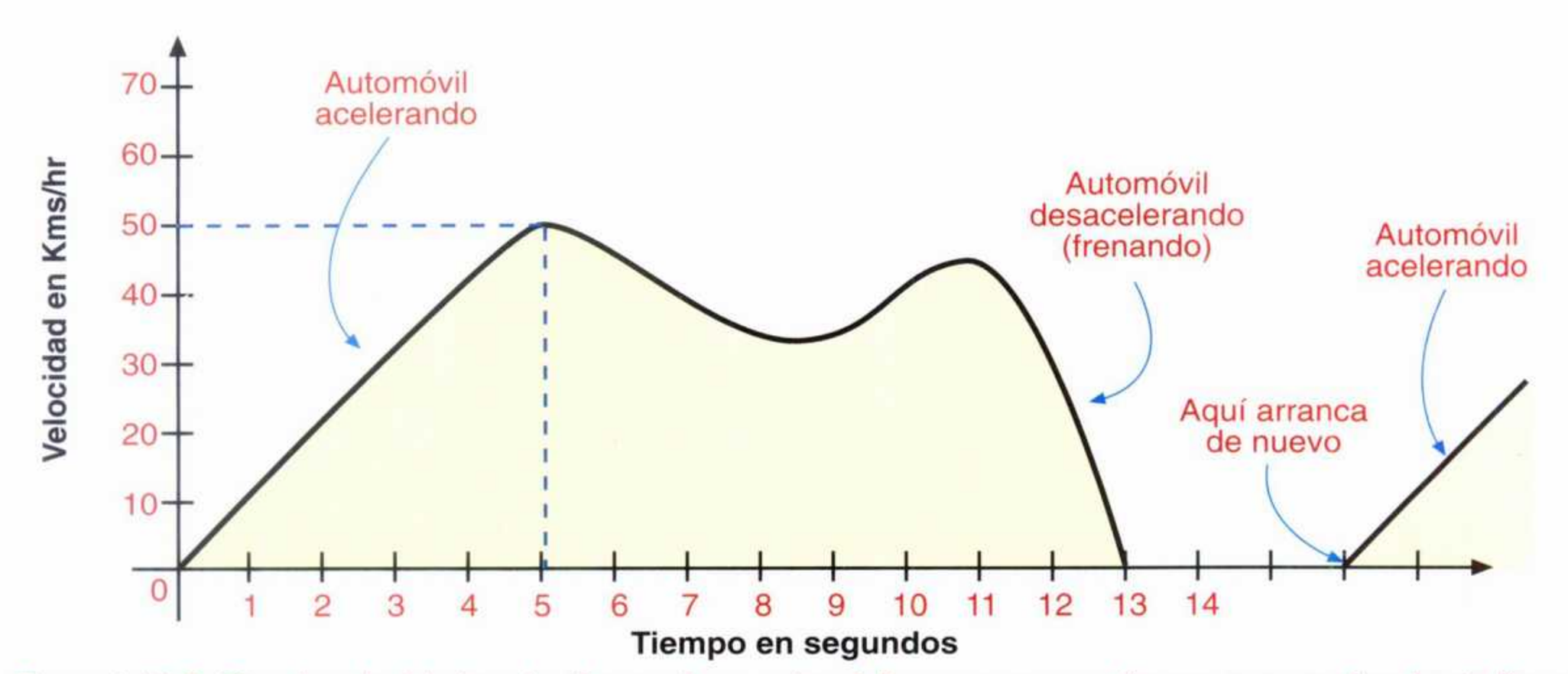


Figura 1.12 Gráfico de velocidad contra tiempo de un automóvil que arranca en tiempo cero, acelera hasta llegar a 50 Km/hr en 5 segundos, a los 13 segundos se detiene y dura detenido 3 segundos, hasta que en el tiempo de 16 segundos arranca de nuevo.

rango permisible de velocidades se ubica entre 0 y 300 kilómetros por hora.

Dentro de este rango, la velocidad del automóvil puede adoptar cualquier valor; 75 Km/hora, o 60 Km/hora, o 75.8 Km/hora o 75.8765 Km/hora o 75.8495867 Km/hora etc. Como vemos, las posibilidades de valores de velocidad son infinitas. Más aún, cuando un vehículo acelera desde por ejemplo 0 Km/hora hasta 50 Km/hora, habrá recorrido todas las velocidades posibles entre 0 y 50 Km/hora.

Si la velocidad del vehículo se mide mediante un indicador de aguja, tendremos entonces una medición análoga de la velocidad, pues la aguja puede deflectarse a cualquier posición sobre la carátula del medidor de velocidad. En la figura 1.12 se muestran en forma gráfica las posibles variaciones de velocidad de un vehículo que viaja del punto A al punto B, en donde la velocidad se ha graficado en función del tiempo de viaje transcurrido. Obsérvese entonces que la gráfica es de naturaleza continua.

El indicador de velocidad en mención es un *transductor*, esto es, un dispositivo capaz de transformar una *variable* física, como la velocidad, en otra cantidad variable como es la posición de la aguja del velocímetro. El velocímetro es entonces un transductor de tipo electromecánico que nos ha traducido una variable de tipo mecánico como es la ve-

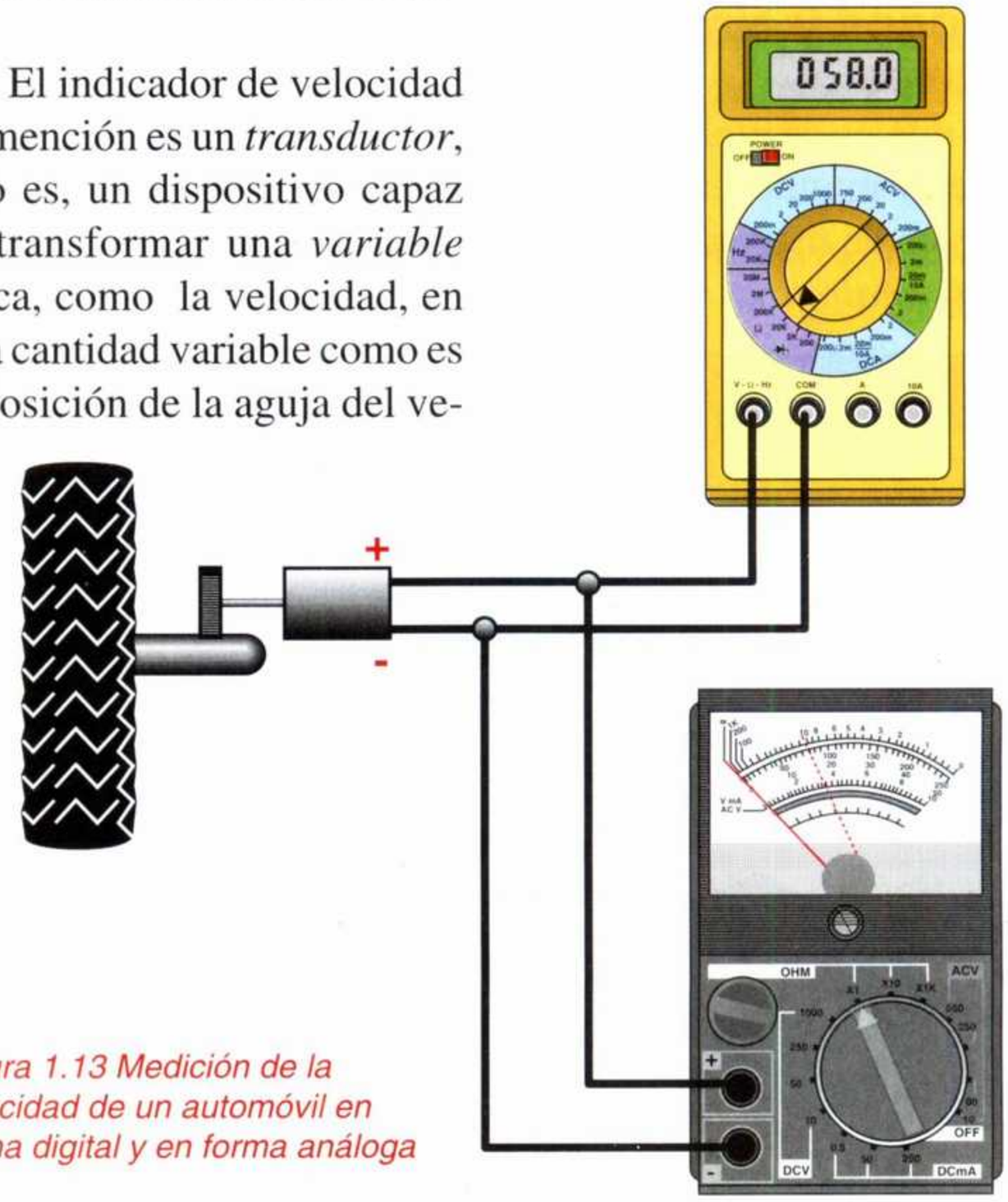


Figura 1.13 Medición de la velocidad de un automóvil en forma digital y en forma análoga

locidad, en otra de tipo mecánico que es la posición de la aguja en el tablero.

La velocidad podría medirse de muchas otras formas. Por ejemplo, usando un *tacogenerador*, figura 1.13, esto es, un motor de corriente continua operando como generador al ser movido a través de un engranaje por una de la ruedas del vehículo. Aquí entonces, el voltaje producido por este pequeño generador será directamente proporcional a la velocidad del automóvil y estaremos en presencia de un transductor de velocidad cuya salida será un voltaje que variará de acuerdo a la velocidad del automóvil.

A este voltaje de salida se le llama una *señal eléctrica,* y como además esta señal sigue los cambios graduales de la velocidad, entonces se le denomina una *señal análoga*. El termino *señal* denota una corriente o voltaje que cambia con el tiempo.

Otro transductor de tipo análogo es el micrófono, el cual convierte las variaciones de presión del aire producidas por la voz en variaciones similares de voltaje a la salida del micrófono.

En la figura 1.14 se muestra una gráfica del voltaje de salida de un micrófono en función del tiempo. Obsérvese de nuevo que

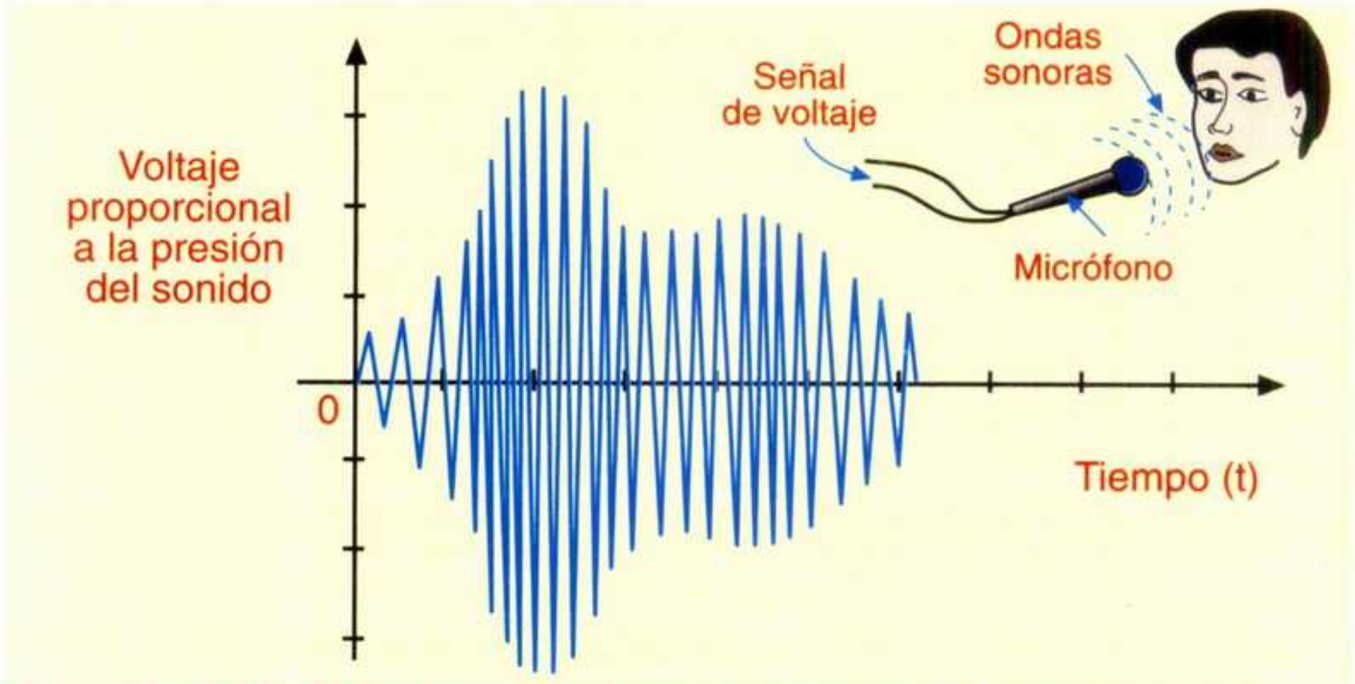


Figura 1.14 El voltaje de un micrófono es proporcional a la intensidad del sonido. La forma de onda resultante es una señal análoga

la gráfica es de naturaleza continua y que el voltaje de salida puede asumir cualquiera de un numero infinito de valores de voltaje. Véase también la figura 1.15 como ejemplo de cantidad o función análoga.

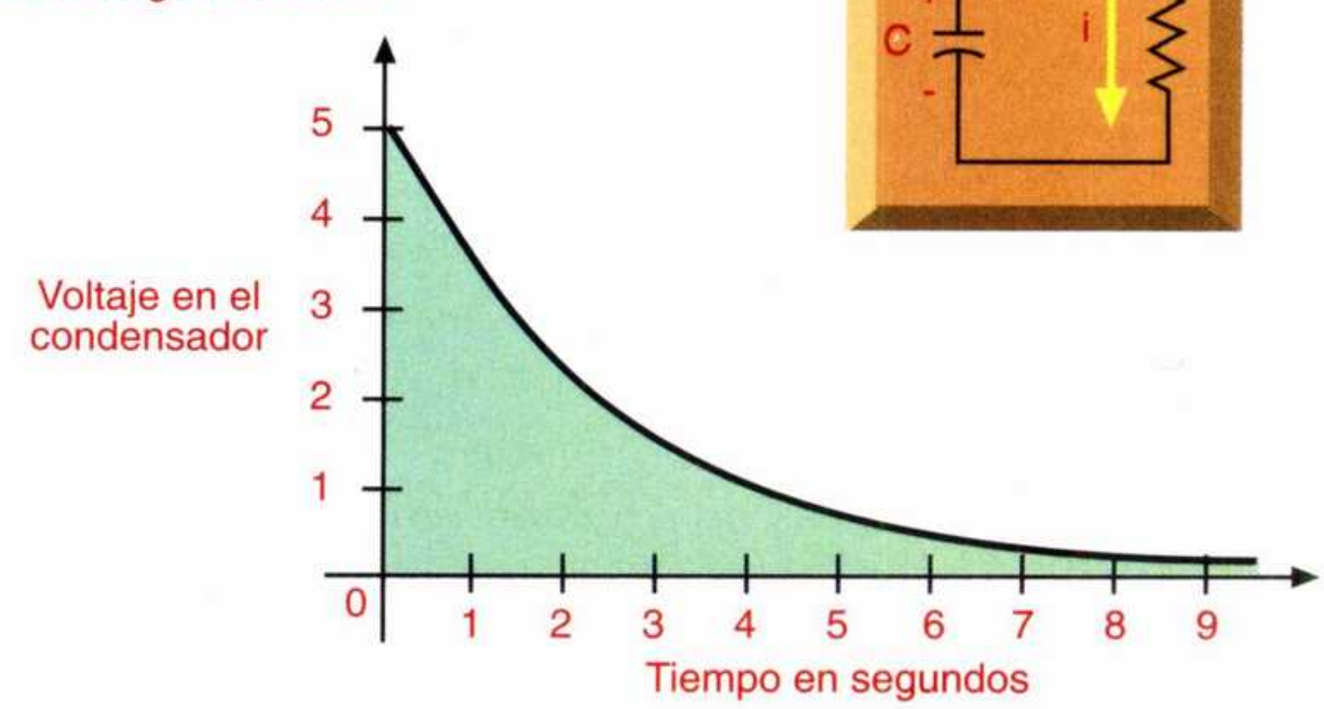
1.4 Niveles digitales

En los circuitos digitales, los voltajes no representan directamente cantidades físicas. Ellos representan números o cantidades que sólo pueden adoptar uno de dos valores o estados posibles, como por ejemplo *abierto/cerrado*, *cierto/falso*, *alto/bajo*, *uno/cero*. Véanse las figuras 1.16 y 1.17 como ejemplos de circuitos y gráficas de tipo digital.

Digital viene de *dígito*, en donde la palabra dígito significa también número. Adicionalmente, estos números deben representarse internamente en las máquinas o computadoras que los procesan utilizando para ello solo dos dígitos que son el **1** y el **0.**

Esto obedece a la sencillez con que podemos, como se verá más adelante, representar el nú-

Figura 1.15 Curva de descarga de un condensador cargado inicialmente a 5 voltios. La gráfica es análoga o continua



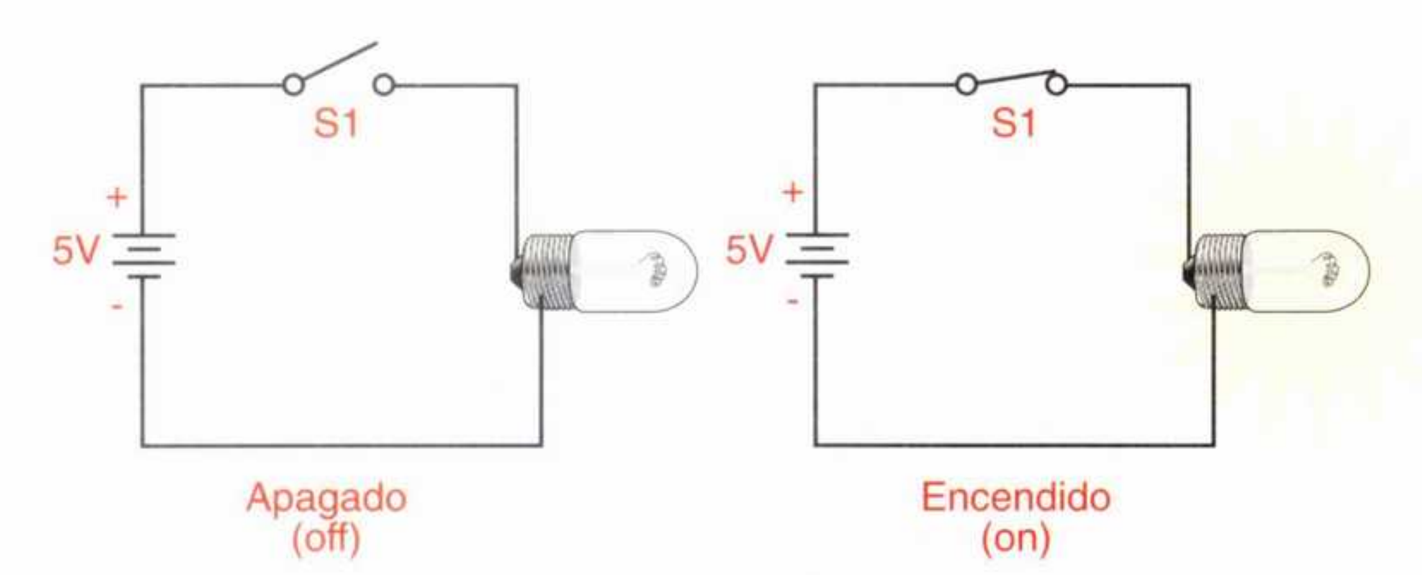


Figura 1.16 Circuito con 2 posibilidades. El interruptor puede estar abierto o cerrado solamente

mero **1** por medio de un interruptor cerrado por ejemplo, y el **0** por medio un interruptor abierto. Tales interruptores se llevan a la práctica mediante transistores que se abren o se cierran.

Así pues, en las computadoras toda información debe almacenarse en forma numérica, y utilizando para ello solo dos dígitos, el uno y el cero. La letra **A**, por ejemplo no se almacenaría directamente como **A**, sino que se convertiría a un número (el 65) y luego se almacenaría.

El número 65 a su vez, se representaría en términos de unos y ceros como se verá más adelante. A esta forma de manejo de la información se le denomina *binaria* porque las cosas solo pueden ser representadas en términos de dos valores posibles.

En los circuitos digitales, todos los voltajes, a excepción de los voltajes de las fuentes de potencia, se agrupan en dos posibles categorías: *voltajes altos* y *voltajes bajos*. No quiere decir esto que sólo se encuentren dos voltajes, sino que cierto rango de voltajes se define como altos y otro cierto rango como bajos. Entre estos dos rangos de voltajes existe una denominada *zona prohibida* o de *incertidumbre* que los separa.

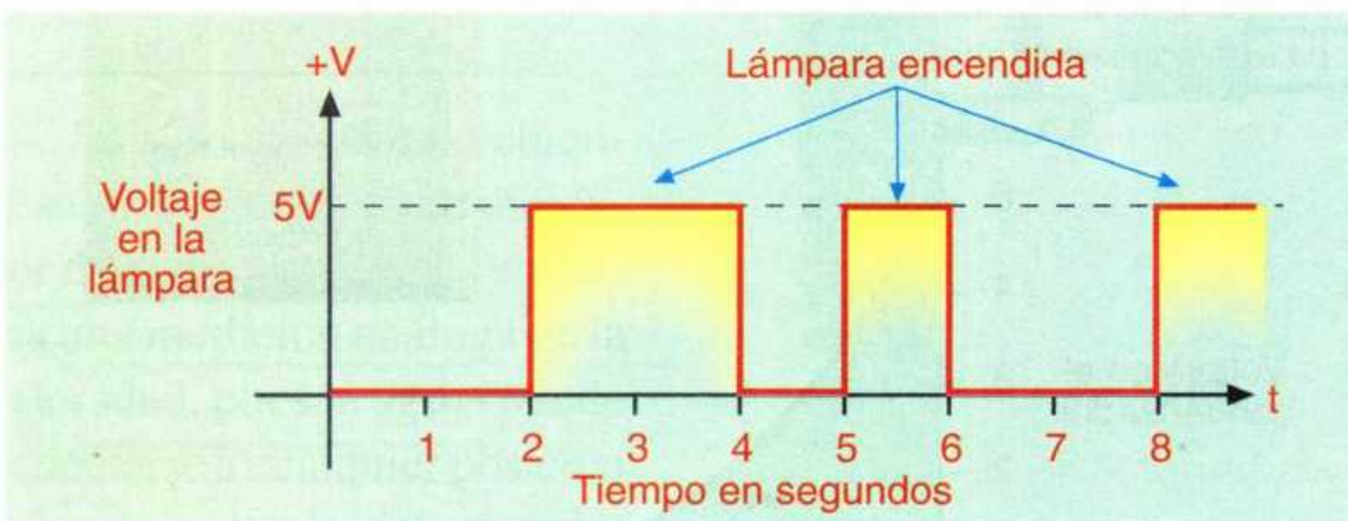


Figura 1.17 Los dos primeros segundos el interruptor de la figura 1.16 está abierto haciendo que el voltaje en la lámpara sea cero. Entre dos y cuatro segundos, el interruptor se cierra y el voltaje en la lámpara es de 5 V encendiéndose. Entre cuatro y cinco segundos, el interruptor está abierto, el voltaje en la lámpara es cero y ésta se apaga y así sucesivamente.

Por ejemplo, en los circuitos lógicos de la familia 74HC, aquellos voltajes entre 3.5V y 5V se definen como voltajes *altos*, y aquellos entre 0V y 1V como *bajos*.

Voltajes entre 1V y 3.5V no están permitidos. Un aparato con tecnología 74HC, que presente voltajes entre 1 y 3.5V, está operando mal y debe ser reparado.

Que en un punto dado de un circuito digital como el implementado con tecnología 74HC el voltaje valga 3.7V o 4.2V o 4.35V no importa: todos estas lecturas de voltajes se clasificarán como voltajes *altos* por tener valores superiores a los 3.5V.

De hecho entonces, cuando se produzcan variaciones de voltaje en este punto debido a envejecimiento de los componentes, o tal vez al reemplazo de un componente dañado o debido a una variación en el voltaje de entrada al aparato, no importa, siempre y cuando el voltaje permanezca por encima de los 3.5V permitidos como de nivel alto.

Esto entonces es lo que confiere robustez y confiabilidad a los circuitos digitales y lo que además los libera de tener que ser ajustados o calibrados, ya que se dispone de un amplio rango de voltajes de funcionamiento dentro de los cuales se considera que el aparato funciona normalmente.

Qué es

Son las rayas negras y blancas que se ven en casi todo empaque, carátula de revista, CDs, productos de supermercado, etc. La portada de esta revista exhibe un código de barras en su esquina inferior derecha.

Los códigos de barras se utilizan para codificar información dirigida a sistemas automatizados o computarizados, permitiendo así la identificación automática del producto, asociando con cada uno de ellos un número de inventario el cual a su vez hace referencia a una base de datos en donde se encuentra una descripción del producto, su precio, su cantidad y cualquier otra información que se desee accesar o conocer.

La lectura de estas barras se realiza mediante un lector electrónico, reemplazando así al ser humano para la recolección de información, por un método económico, rápido y libre de errores. A esto se denomina en ocasiones como "entrada de datos sin teclas".

Los sistemas de inventario y de bodegas de despacho automatizadas dependen enteramente de estos códigos para su control de exis-

Figura 1 Estructura básica de un código de barras

tencias y el despacho automático de la mercancía. El sistema de correos en los Estados Unidos, por ejemplo, utiliza los códigos de barras para enrutar de manera completamente automática todo el flujo de paquetes y de sobres de correo.

En qué consiste

Como se mencionó antes, los códigos de barras permiten la recolección de datos con extrema rapidez y exactitud, recurriendo para ello a la codificación de información de texto la cual es fácilmente leída por dispositivos lectores electrónicos.

A tal fin entonces, se usan patrones predefinidos de barras negras y espacios en blanco denominados simbologías, para codificar pequeñas secuencias de caracteres un caracter (con acento en la e) es un número, una letra o un símbolo como el +,-,#,$ etc.

Dichos patrones de barras y espacios se asemejan a una versión impresa del código Morse, en donde las barras (y los espacios en blanco) angostas representan el punto, y las barras (o espacios) anchos representan las rayas. El patrón de barras consiste entonces en un espacio en blanco inicial seguido de un patrón de barras de arranque al cual le sigue uno o más caractéres de información a los cuales opcionalmente pueden seguir uno o más caractéres de chequeo para terminar entonces con un patrón de parada y de nuevo una zona de finalización en blanco. Véase la **figura 1.**

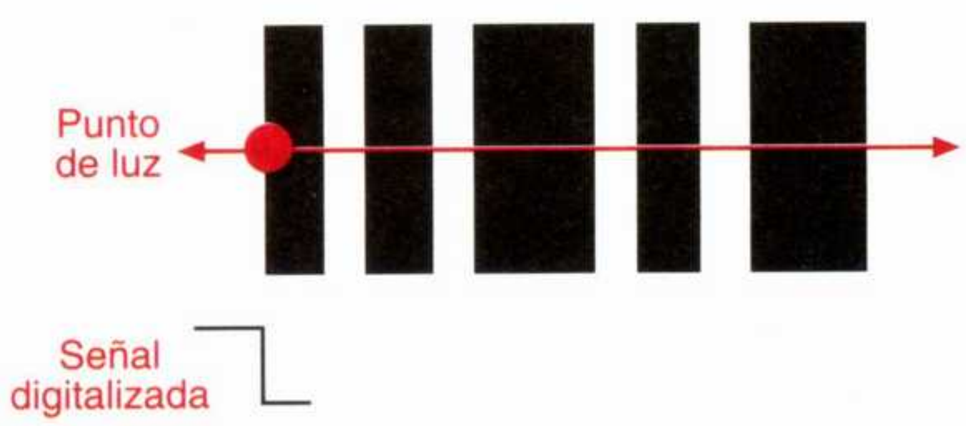


Figura 2 Lectura del código por punto de luz que se desplaza hacia la derecha en este caso

Lectura de las barras

Lector tipo lapicero. El lector electrónico decodifica el código haciendo pasar sobre el patrón un punto luminoso muy pequeño y detectando la intensidad de luz reflejada por los espacios en blanco, ya que las barras en negro no reflejan sino que absorben (el negro es la ausencia de luz).

Estos lectores consisten en una fuente de luz y un fotodiodo colocados uno enseguida del otro en la punta del lapicero. Para leer el código, se pasa la punta del lector sobre las barras con un movimiento continuo constante. Debido a la forma en que se diseñan estos códigos, no interesa si la lectura se realiza de izquierda a derecha o en sentido contrario.

El fotodiodo detecta entonces la cantidad de luz reflejada y genera una forma de onda que es un duplicado exacto del patrón de barras y espacios en el código, **figura 2.**

Esta forma de onda es posteriormente decodificada por los circuitos digitales del lector e interpretada de manera semejante a los pun-

tos y rayas del código Morse para reproducir entonces los datos originales tipo texto codificados por las barras.

Obsérvese pues la naturaleza digital del proceso, en que se tienen dos estados o alternativas nítidamente diferenciables como son blanco/negro o refleja/no-refleja. No se aceptan medias tintas, tonos de grises ni nada que se le parezca.

Lectores de láser. Funcionan de manera semejante excepto que la fuente luminosa es un rayo láser y utilizan un sistema de espejos o de prismas para desplazar el punto luminoso sobre el patrón de barras, así el barrido del patrón corre por cuenta del lector electrónico.

Como en el caso del lector tipo lapicero, un fotodiodo es el encargado de detectar las variaciones de luz reflejada, y con el fin de evitar interferencias debidas a la luz ambiental, la luz emitida por el lector se sintoniza a una frecuencia específica y el fotodiodo se diseña para responder solamente a esta frecuencia de luz.

El tamaño del punto de luz emitido debe ser igual o ligeramente menor que el ancho de la barra más angosta usada en el código. El ancho de barra más angosto utilizado es usualmente 13 milésimas de pulgada (0,32 mm); este ancho equivale aproximadamente a cuatro puntos de impresión en una impresora con resolución de 300 dpi (dots per inch/puntos por pulgada) y por tanto los códigos pueden ser generados e impresos en un sistema de computador personal (PC) normal.

Lectores CCD. Utilizan dispositivos CCD (*Charge Coupled Devices*) que consisten básicamente en una hilera de centenares de sensores de luz en la cabeza del lector. Puede pensarse aproximadamente que cada sensor es como un fotodiodo que mide la intensidad de la luz reflejada en frente de él.

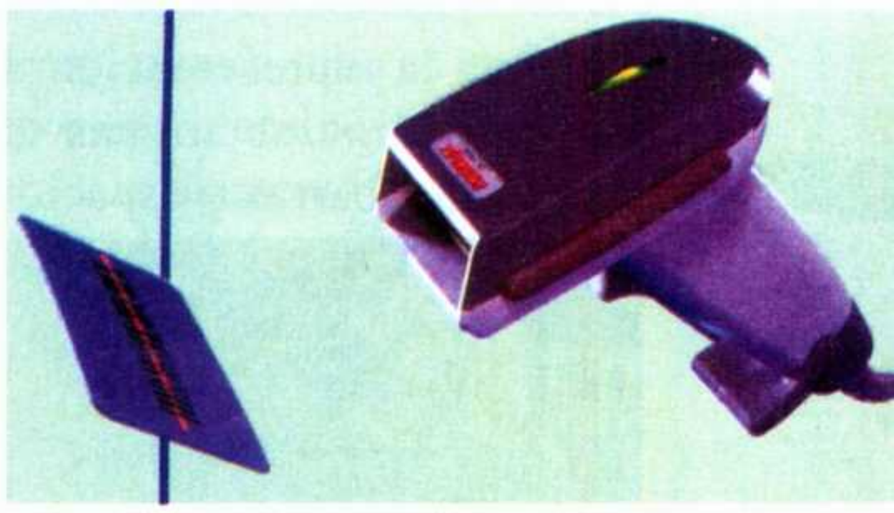
Cada sensor es extremadamente pequeño y como hay centenares de ellos alineados en la hilera, se consigue entonces un patrón de voltajes idéntico al de las barras al medir secuencialmente los voltajes en cada uno de los pequeños sensores.

Los lectores tipo CCD no utilizan fuente propia de luz sino que utilizan la del ambiente para generar una imagen del patrón en el lector.

Lectores basados en cámaras. Utilizan una pequeña camara de video para capturar la imagen del patrón de barras y posteriormente, utilizando técnicas de procesamiento de imágenes, extraen la información del código.

Especificaciones de lectores

Normalmente se especifica la resolución, que es el ancho de la barra más delgada que el lector es capaz de discriminar, la cual se sitúa alrededor de 0.1mm. Además el tipo y frecuencia de la fuente luminosa, la velocidad de barrido y el ángulo máximo de inclinación con respecto a la vertical al cual se puede pasar el lector y todavía generar un lectura confiable.



Simbologías de códigos de barras

Para representar los diferentes caractéres se utilizan secuencias o patrones de barras y espacios. Estos patrones se agrupan para formar una simbología. Existen numerosos tipos de simbologías diseñados para satisfacer las necesidades particulares de los diferentes sectores comerciales o industriales en los cuales se utilice el código. Cada simbología a su vez es como un lenguaje diferente. Así por ejemplo, la simbología UPC se

diseñó para identificación de productos de venta en tiendas y supermercados; la simbología POSNET para codificar códigos postales en la oficina de correos de los Estados Unidos. Dos de las más usadas simbologías son la UPC y la código 39 que a continuación se describen.

El Código 39. El código 39, también conocido como código 3 de 9, es la simbología más popular utilizada para identificación, inventario y seguimiento de mercancías.

Su conjunto de caractéres incluye todas las letras mayúsculas, los números y los caractéres $, %, +, -, /, el espacio y el asterisco, el cual se reserva para las barras de arranque y parada. Este código permíte además que la secuencia de caractéres codificada sea de longitud variable y puede imprimirse en una gran variedad de dimensiones, ver **figura 3.**

Para la representación de cada caracter en este código, se utilizan un total de nueve elementos (barras y espacios), de los cuales 3 de los 9 son anchos. La relación entre los elementos anchos y los angostos suele ser de dos a uno.

Los símbolos del código 39 se reconocen fácilmente por sus características barras de arranque y parada, en donde el patrón de barras para el asterisco es barra angosta, espacio

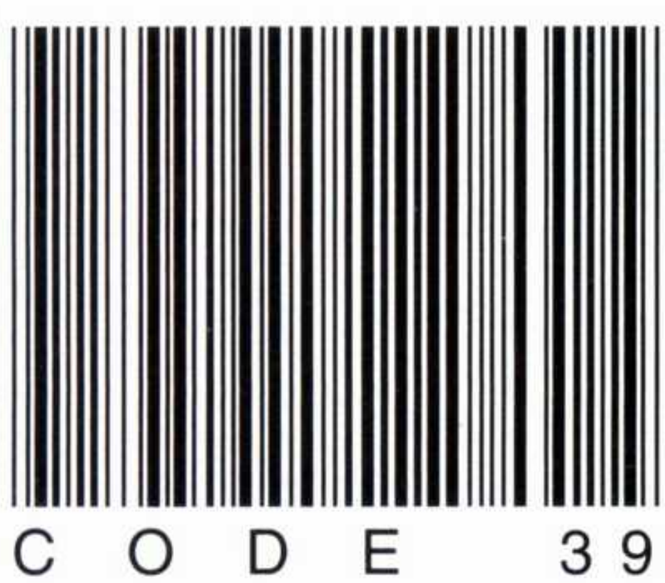


Figura 3 Ejemplo del código 39 representando en este caso la palabra CODE 39

Figura 4 Ejemplo de código UPC

ancho, barra angosta, espacio angosto, barra ancha, espacio angosto, barra ancha, espacio angosto, barra angosta.

El Código UPC. El código UPC (**U**niversal **P**roduct **C**ode), **figura 4**, y sus parientes cercanos los códigos EAN, JAN, Bookland e ISSN, es un código de longitud fija destinado para utilización en tiendas y supermercados y solo permite la representación de información numérica.

El código comprende 4 partes así:

- El sistema de numeración, que consiste en un solo dígito en la esquina inferior izquierda.
- Un número de cinco dígitos que identifica al fabricante o productor.
- Un número de 5 dígitos para el producto.
- Un dígito de chequeo en la esquina inferior derecha.

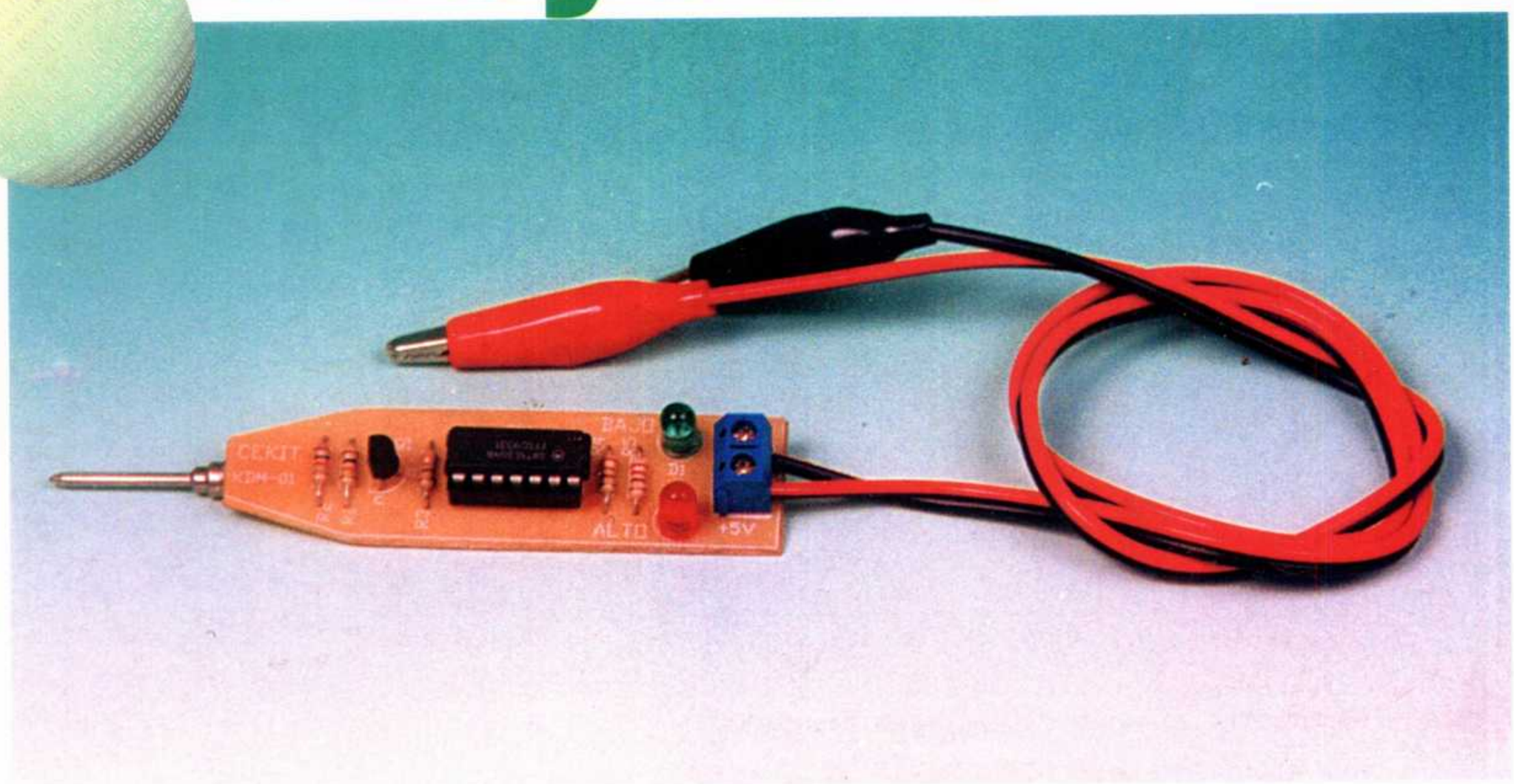
Existen variantes del código UPC utilizadas en Europa y Japón, y en el ramo de los libros y revistas se utiliza la versión EAN-13 para codificar numeros ISBN (numeración standard de clasificación de libros y revistas).

Conclusión

Los códigos de barras son un sistema ampliamente difundido a nivel mundial para codificar información dirigida a máquinas de reconocimiento automático o computadores.

Es posible obtener programas de computador sencillos que permiten la impresión de códigos de barras en cualquiera de las simbologías mas corrientes.

Proyecto 1



Punta lógica sencilla de tres estados

Una vez ensamblado este proyecto, se tendrá una sencilla pero útil punta de prueba lógica, la que le servirá como instrumento de prueba y diagnóstico en muchos de los proyectos, experimentos y circuitos de aplicación que se cubrirán a lo largo de este curso.

La punta lógica se cuenta entre los instrumentos de diagnóstico más útiles en el campo de la electrónica digital. Ella permite detectar si el nivel de voltaje en un circuito es alto, bajo o si el punto bajo prueba está abierto o presenta un nivel de voltaje inaceptable.

En la **figura 1.1** se muestra el diagrama esquemático correspondiente a esta sencilla punta de prueba cuya operación se describe enseguida.

En primer lugar, las cinco compuertas utilizadas son compuertas NOT o inversores, cuyo funcionamiento se describe diciendo que si su entrada es baja su salida es alta, y si su entrada es alta, su salida será baja.

Segundo, el transistor NPN que se muestra, actúa como un simple suiche o interruptor de tal manera que

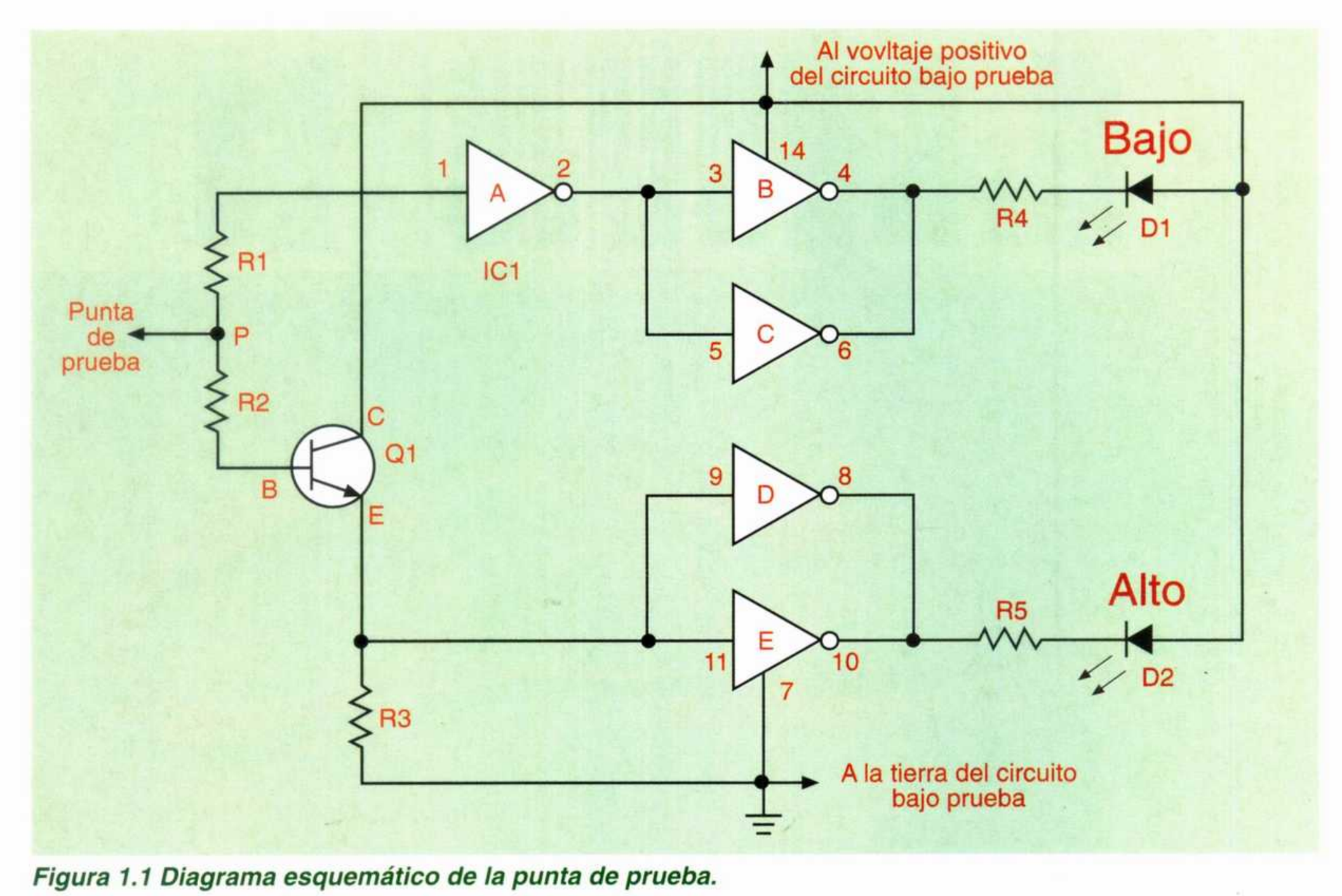


Figura 1.1 Diagrama esquemático de la punta de prueba.

cuando en el punto P aparece un voltaje bajo, no se causa corriente de base y por tanto tampoco habrá corriente de colector, así que el transistor se abre y no permite flujo de corriente entre su colector (C) y su emisor (E).

LISTA DE MATERIALES

CANT.	REF.	DESCRIPCION
1	IC1	Circuito integrado 74LS04
1	R1	10KΩ 1/4W, 5%
1	R2	1KΩ 1/4W, 5%
1	R3	470Ω 1/4W, 5%
2	R4,R5	220Ω 1/4W, 5%
1	Q1	Transistor NPN 2N3904
2	D1,D2	Diodos LED de 5mm (D1 rojo y D2 verde)
1		Base de 14 pines
1		Conector de tornillo de 2 pines
2		Caimanes miniatura rojo y negro
1		Punta de prueba metálica
		Cable rojo y negro No 24 de 20 cms
1	KDM - 01	Circuito impreso CEKIT

Esto hace que el voltaje en la resistencia R3 sea cero voltios, o bajo, lo que a su vez ocasiona que la salida de los dos inversores, el D y el E, en paralelo, se haga alta, evitando que el LED D2 encienda. Simultáneamente, con todo esto, el voltaje bajo en P (en la sonda de la punta lógica) hace que la salida del inversor A se haga alta, lo que a su vez hace que la salida de la pareja de inversores en paralelo, B y C, se haga baja, produciendo el encendido del LED D1.

Para el caso en que el nivel de voltaje en P sea alto, la salida de los inversores A, B y C será todo lo contrario a la descrita en el párrafo anterior y el LED D1 no se encenderá. El nivel alto de voltaje en P hará que circule corriente por la base del transistor Q1 que ahora conducirá, haciendo que aparezca un nivel de voltaje alto en la resistencia R3, lo que a su vez causará un voltaje bajo a

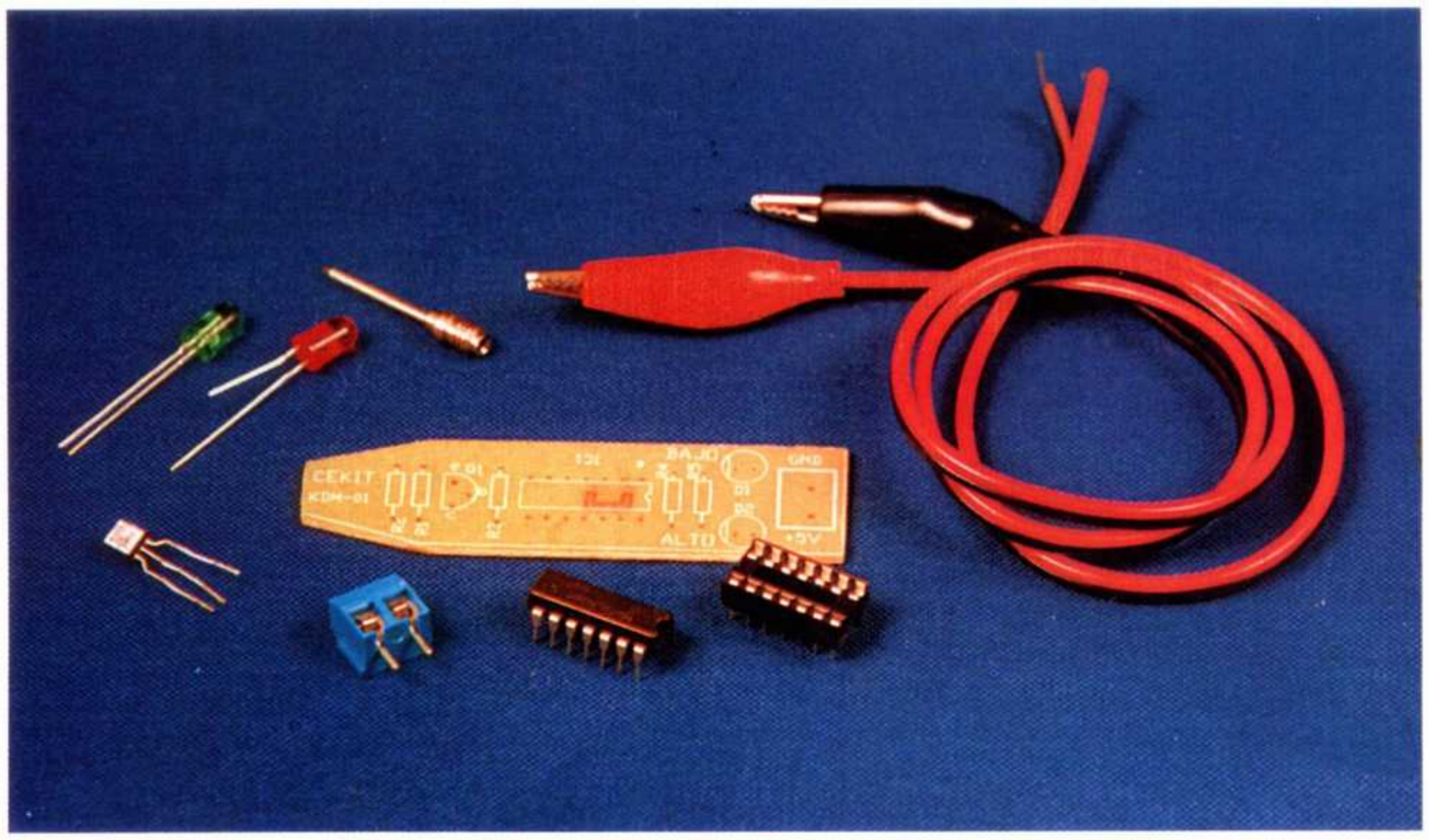


Figura 1.2 *Componentes necesarios para el ensamblado de la punta. Es conveniente tener listos y a la mano todos los componentes necesarios, lo cual se puede verificar de la lista de materiales que se adjunta.*

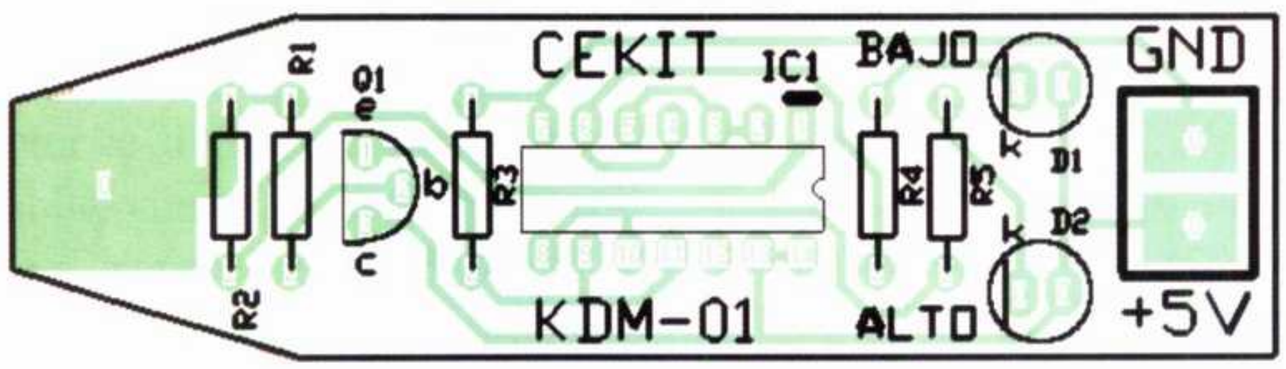


Figura 1.3 Guía de ensamble y circuito impreso. *Este kit se ensambla sobre un circuito impreso de referencia KDM-01. Se debe tener especial cuidado en ubicar los componentes en el sitio y en el sentido correcto de acuerdo a su polaridad o asignación de pines. Utilice para ayudarse en esto la guía de ubicación de componentes, es decir, el dibujo que viene estampado en la cara superior (la que no lleva cobre) del circuito impreso.*

la salida del par de inversores D y E, haciendo que el LED D2 encienda.

Ahora, si el punto P se deja al aire, no habrá corriente de colector por el transistor debido a la ausencia de corriente de base, y por tanto el voltaje en R3 será de 0 voltios, lo que hará que a la salida de los inversores D y E se tenga un nivel de voltaje alto que impedirá que D2 encienda.

Adicionalmente, la entrada a la compuerta inversora 1 quedará flotando, lo cual en TTL equivale a un uno lógico a la entrada. Esto hace que a la salida del inversor 1 se tenga un cero lógico y por tanto a la salida de la pareja de inversores B y C se tendrá un nivel alto de voltaje, evitando que D1 encienda. Por tanto, si la sonda de la punta de prueba se deja al aire, ninguno de los dos LEDs encenderá.

Los inversores B y C, y D y E, se han conectado en paralelo para incrementar su capacidad de recibir corriente.

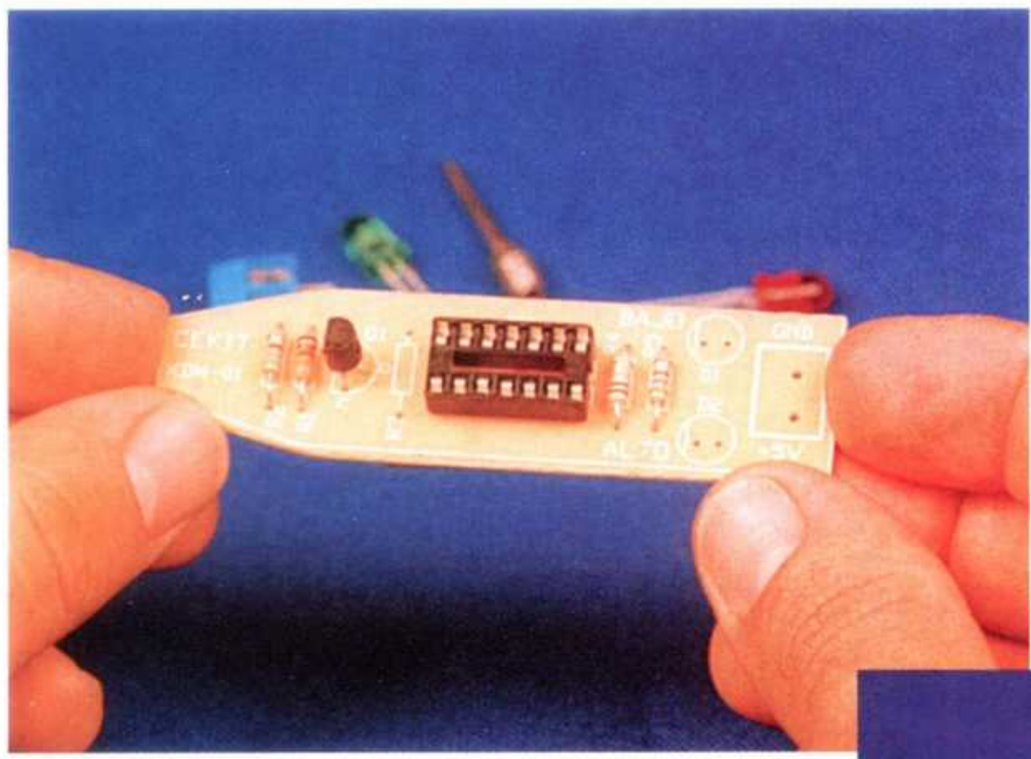


Figura 1.4 Ensamble de los componentes sobre el circuito impreso. Es muy sencillo, pero debe tenerse cuidado de verificar el diagrama esquemático y la guía de ensamble. Proceda primero a montar las resistencias, posteriormente puede montar la base del circuito integrado, después el transistor, los dos LEDs y finalmente la bornera en la que van los cables de polarización de la punta lógica. Una vez soldados los componentes en su sitio, con la ayuda de una «tercera mano», sujete el impreso en posición horizontal y funda abundante soldadura sobre la porción cuadrada de cobre ubicada en la punta del circuito impreso.

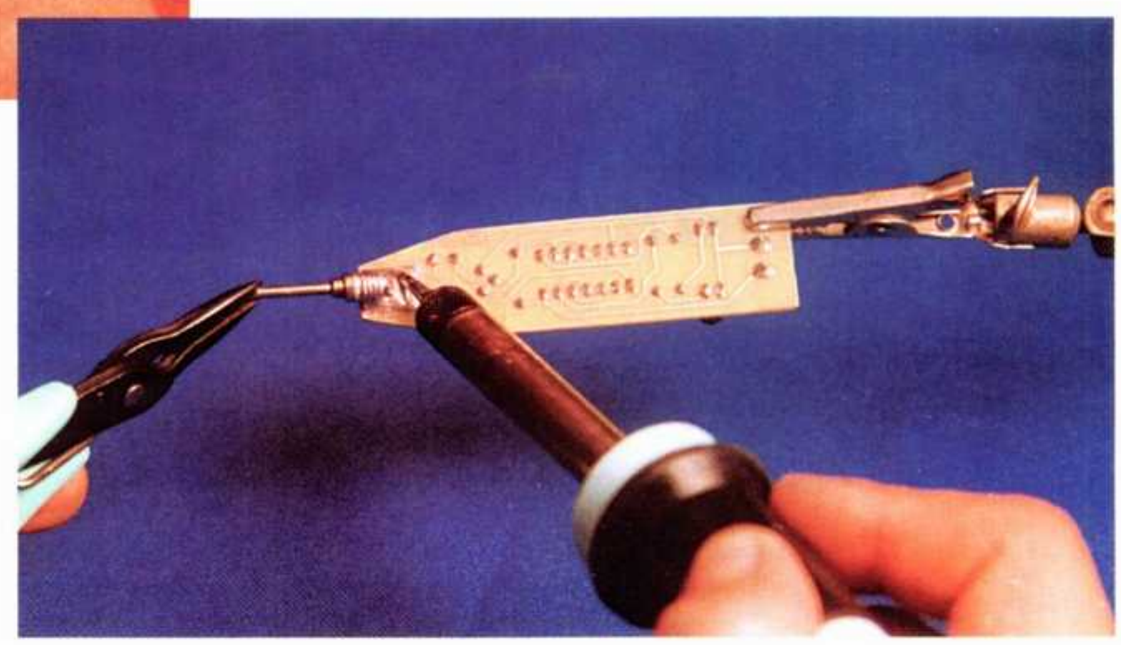
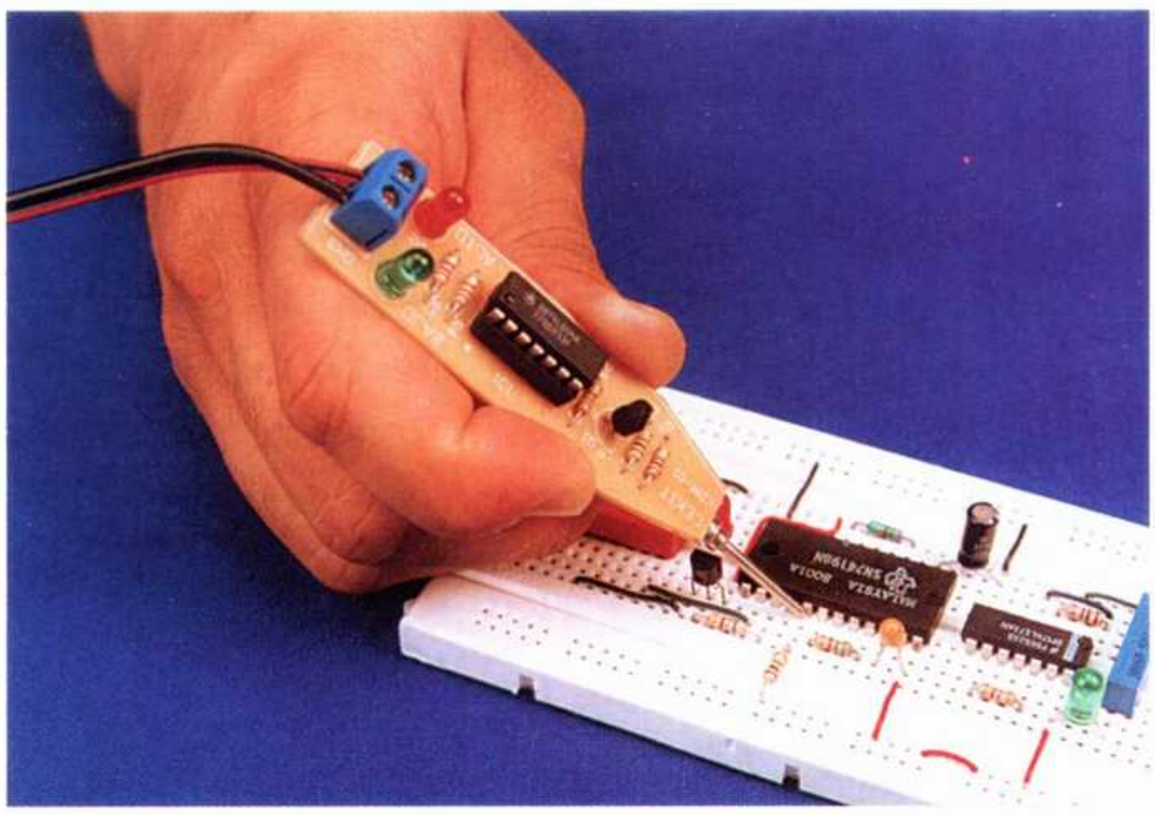


Figura 1.5 Enseguida sujete el terminal de prueba metálico por uno de sus extremos con un alicate y funda abundante soldadura sobre el extremo roscado, incluyendo en el calentamiento la soldadura que ya había fundido sobre el cuadro de cobre. Asegúrese que el cautín se encuentre bien caliente para evitar una soldadura fría y el consecuente contacto intermitente o el desprendimiento de la punta.

Una vez finalizado el ensamble de todos los componentes, limpie con un disolvente como alcohol o thiner y un cepillo de dientes todos los residuos de material fundente o soldadura que pudieron haber quedado sobre el circuito impreso.

***Figura 1.6** Para utilizar la punta. Es recomendable antes de proceder a su uso, cortar un pedazo de cinta adhesiva con la forma del circuito impreso, para cubrir con ella el lado de la soldadura a fin de evitar posibles daños debidos a contactos indeseados entre los componentes de la punta lógica y el circuito bajo prueba.*



La punta lógica se energiza con la misma fuente de voltaje del circuito bajo prueba. Como esta punta utiliza un circuito integrado TTL, solo puede ser utilizada en circuitos cuya polarización sea de 5 voltios. ***El caimán rojo corresponde al positivo de la alimentación****.*

Una vez se ha conectado al suministro de 5 voltios, puede proceder a tocar con la punta los diferentes sitios del circuito en los que interese saber el nivel de voltaje, obteniendo como indicación visual el encendido del LED rojo si el punto bajo prueba es de nivel alto, y por el contrario, si el punto es de nivel bajo encenderá el LED verde. Con la punta al aire, ninguno de los dos indicadores debe encender. Ningún punto del circuito en el que se use la punta de prueba, debe presentar voltajes que excedan 5 voltios.

Curso Práctico de Electrónica Digital

LE BRINDA MUCHO MAS ESTANDO CERCA DE USTED

ENCONTRARA APOYO TECNICO Y LOS KITS DE LA OBRA EN:

Argentina: **KITRONIC S.R.L.** *Av. Belgrano 1570*
Tel./Fax: (54-11) 4523 - 7554
e-mail: kitronic@ciudad.com.ar
Buenos Aires

Colombia: **CEKIT S.A.** *Oficina principal: Pereira*
Av. 30 de Agosto #36-79 A.A. 194
Tel.: (6) 3292133/3292165/3292492 Fax intl:(+576) 3363377
http.//www.cekit.com.co • e-mail: ecekit@col2.telecom.com.co

Chile: **CITRÓNICA S.R.L.** *Sazié 2874*
Tel.: 5626892361 • Fax: 5626892358
e-mail: vencica@netline.cl

Ecuador: **LASERVISION CIA. LTDA.**
Inglaterra 512 y Vancouver Esquina
Tel.: 90 593 2 548981
Casilla Postal 1721548

México: **CENTRO JAPONES DE INFORMACION ELECTRONICA**
Norte 2 # 4 Col. Hogares Mexicanos.
Ecatepec de Morelos. Estado de México • CP 55400
Tel.: 787-1779 / 770-4884 • Fax: 770-0214
e-mail: j4280@intmex.com

Venezuela: **CEKIT DE VENEZUELA.**
Av. Tamanaco. Ed. La unión. piso 5. oficina 5 A
(al lado de la CANTV) • El rosal
Tel.: 9529394 / 9529583 / 9529627
Fax: 9529271 • e-mail: cekitsa@cantv.net

- ***Soporte técnico.***
- ***Asesoramiento y Consultas.***
- ***Todos los proyectos en Kits para los experimentos a precios accesibles.***
- ***Los Kits que forman parte de los proyectos se pondrán a la venta junto con las publicaciones.***

Obtenga su certificado de entrenamiento en sólo 40 semanas

Al final del curso se publicará un completo cuestionario para la evaluación de sus conocimientos.

Al contestarlo correctamente, usted obtendrá un certificado de estudios expedido por CEKIT S.A.

Unase a la elite del creciente número de personas que han hecho de la ELECTRONICA DIGITAL su profesión o su hobbie realizándo este fácil y rápido ...

CURSO PRACTICO DE ELECTRONICA DIGITAL

Otro producto con la calidad y garantía de

Es de hacer notar que el presente certificado da idea de haber cumplido con los conocimientos básicos de la teoría y práctica del curso.

Desprenda y guarde esta página

CEKIT

CURSO PRACTICO DE
ELECTRONICA DIGITAL
MODERNA

PREMIO A LA FIDELIDAD

Cupón Nº **1**

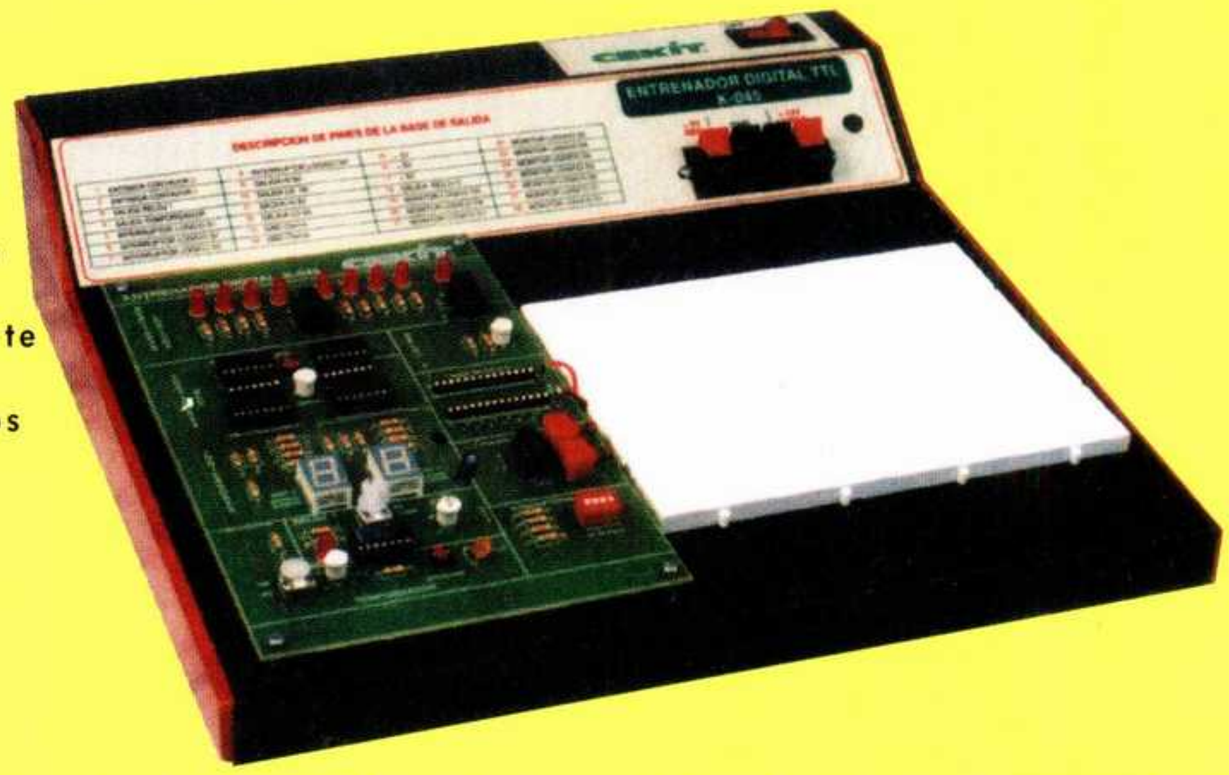
Nuestros lectores más constantes participan en el sorteo de regalos muy especiales

a- Recorte el código de barras que aparece en el extremo inferior derecho de la tapa de cada fascículo, péguela en el reverso de este cupón en la casilla correspondiente al número (1 al 10).

b- Una vez que haya completado este cupón, con sus datos personales, recórtelo y envíelo a:
En Argentina a **EDITORIAL CONOSUR S.A.**
En Colombia a **CEKIT S.A.**

c- Los que envíen este cupón, participarán del sorteo de:

3 ENTRENADORES DIGITALES TTL ED-01 (K-045)



NOTA: El sorteo se realizará a los 30 días de haber circulado el fascículo número 10

EDITORIAL CONOSUR S.A.: Avenida Belgrano 355 - Piso 10 (1092) - Buenos Aires - Argentina
CEKIT S.A.: Avenida 30 de Agosto 36-79 A.A. 194 - Pereira - Colombia

SIN OBLIGACION DE COMPRA USTED PODRA RETIRAR LOS CODIGOS DE BARRA EN EDITORIAL CONOSUR DE LUNES A VIERNES DE 9 A 13 HS.

CEKIT

CURSO PRACTICO DE
ELECTRONICA DIGITAL
MODERNA

PREMIO A LA FIDELIDAD

Cupón Nº **2**

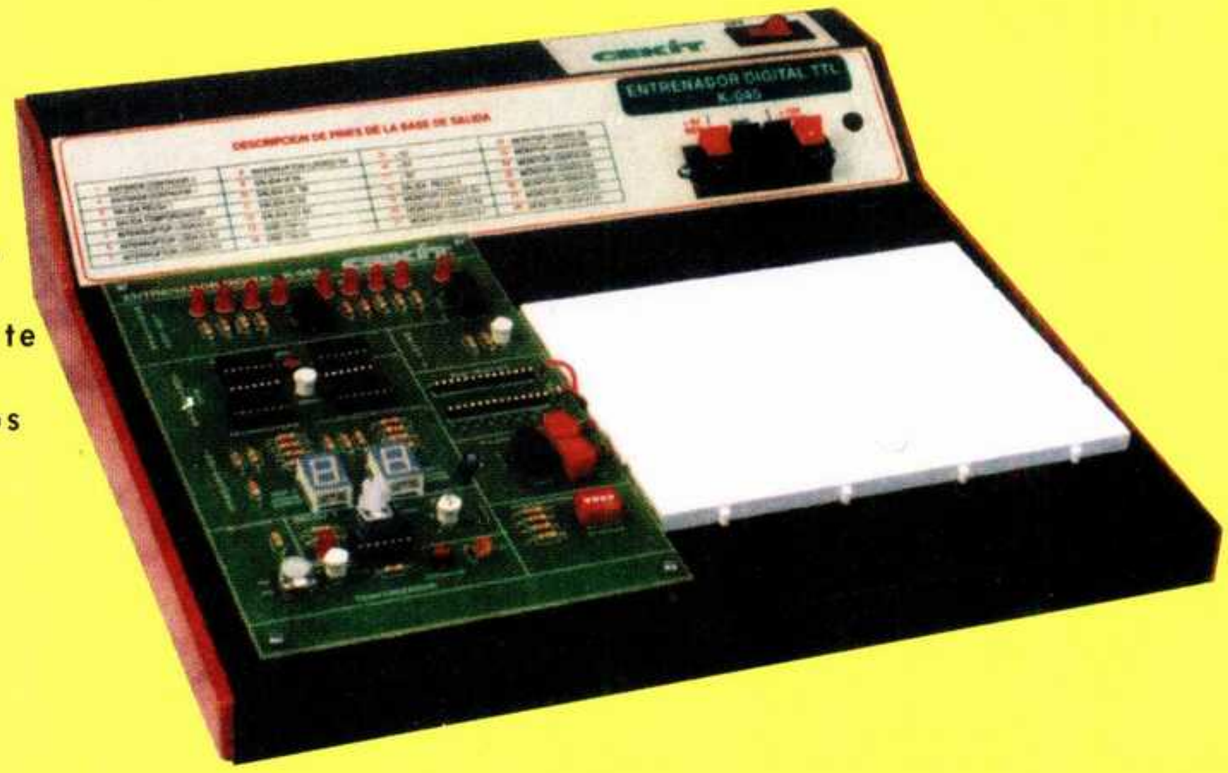
Nuestros lectores más constantes participan en el sorteo de regalos muy especiales

a- Recorte el código de barras que aparece en el extremo inferior derecho de la tapa de cada fascículo, péguela en el reverso de este cupón en la casilla correspondiente al número (11 al 20).

b- Una vez que haya completado este cupón, con sus datos personales, recórtelo y envíelo a:
En Argentina a **EDITORIAL CONOSUR S.A.**
En Colombia a **CEKIT S.A.**

c- Los que envíen este cupón, participarán del sorteo de:

4 ENTRENADORES DIGITALES TTL ED-01 (K-045)



NOTA: El sorteo se realizará a los 30 días de haber circulado el fascículo número 20

EDITORIAL CONOSUR S.A.: Avenida Belgrano 355 - Piso 10 (1092) - Buenos Aires - Argentina
CEKIT S.A.: Avenida 30 de Agosto 36-79 A.A. 194 - Pereira - Colombia

SIN OBLIGACION DE COMPRA USTED PODRA RETIRAR LOS CODIGOS DE BARRA EN EDITORIAL CONOSUR DE LUNES A VIERNES DE 9 A 13 HS.

Desprenda y guarde esta página

Pegar códigos de barra

Fascículo N° 1

Fascículo N° 2

Fascículo N° 3

Fascículo N° 4

Fascículo N° 5

Fascículo N° 6

Fascículo N° 7

Fascículo N° 8

Fascículo N° 9

Fascículo N° 10

NOMBRE Y APELLIDO

DOC. DE IDENTIDAD

EDAD

DIRECCION

TELEFONO

E-MAIL

CIUDAD

C.P.

PROVINCIA

PAIS

Pegar códigos de barra

Fascículo N° 11

Fascículo N° 12

Fascículo N° 13

Fascículo N° 14

Fascículo N° 15

Fascículo N° 16

Fascículo N° 17

Fascículo N° 18

Fascículo N° 19

Fascículo N° 20

NOMBRE Y APELLIDO

DOC. DE IDENTIDAD

EDAD

DIRECCION

TELEFONO

E-MAIL

CIUDAD

C.P.

PROVINCIA

PAIS

Con la edición N°2
¡ Un Disquette de REGALO !

CEKIT
COMPAÑIA EDITORIAL TECNOLOGICA

2

CURSO PRACTICO DE
ELECTRONICA DIGITAL MODERNA

Teoría

Compuertas lógicas y operaciones básicas

Tecnología aplicada

Detector de nivel de agua

Encendido alternado de dos LEDs

Proyecto

Fuente regulada de 5,9 y 12VDC

Simulador Digital Works '95

$ 3

Reclame con esta edición el disquette

Simulador Digital Works 95

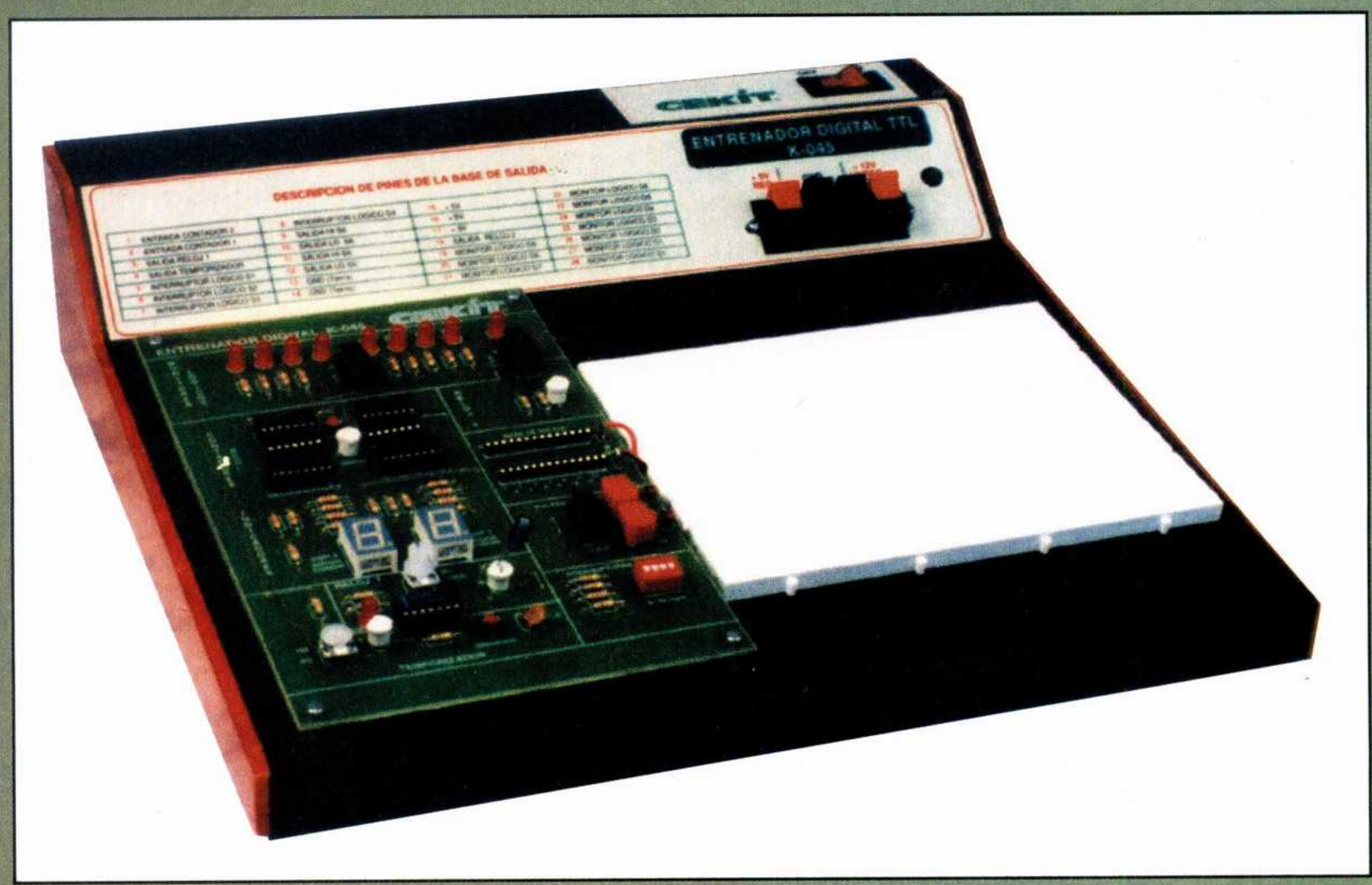
Argentina $ 3.00 Colombia $ 3950 Chile
Ecuador México Panamá B/ 2.50
Paraguay Perú Uruguay Venezuela

ISBN 987-9301-25-0
9 789879 301258 00002

Reservala YA, SE AGOTA !

PREMIO A LA FIDELIDAD

Entrenador Digital TTL- ED - 01



El entrenador digital TTL es un completo laboratorio portátil que se utiliza para comprobar todo tipo de circuitos en electrónica digital. Muy útil como instrumento de trabajo para estudiantes, aficionados, técnicos e ingenieros en la realización de sus proyectos y experimentos.

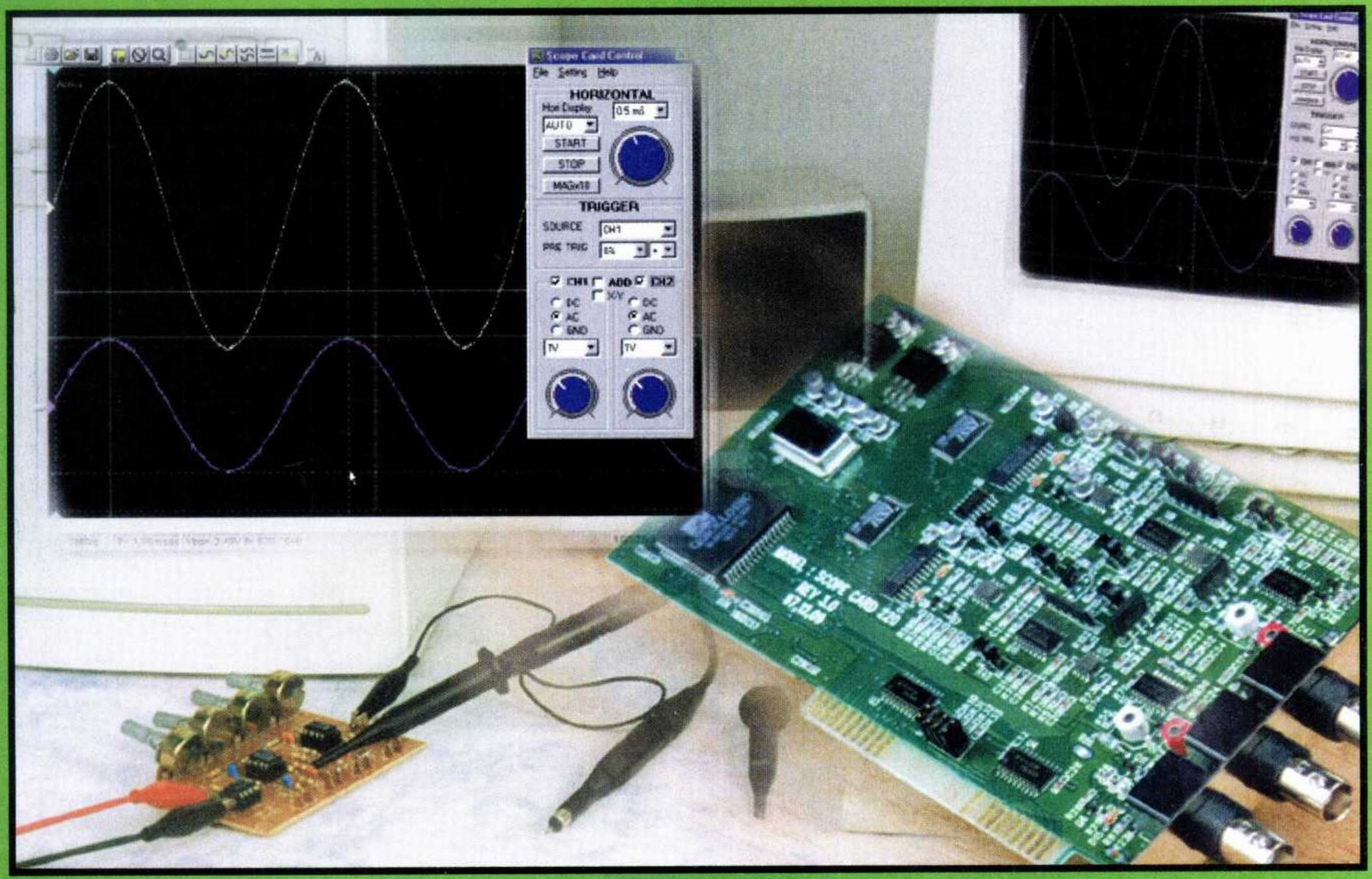
COMPONENTES DEL ENTRENADOR

- Cuatro interruptores lógicos
- Dos pulsadores lógicos sin rebotes
- Nueve monitores lógicos
- Dos generadores de pulsos
- Circuitos temporizador o multivibrador monoestable de período variable
- Dos contadores de eventos
- Dos protoboards o tableros de conexiones sin soldadura
- Terminales de alimentación de + 5V regulados y + 12 V sin regular
- Interruptor general con indicación luminosa de encendido.
- Base de salida

Incluye manual del usuario profusamente ilustrado.

Convierta su PC en un osciloscopio

PREMIO A LA FIDELIDAD



Características de la tarjeta electrónica

- Osciloscopio digital (DSO) de dos canales
- 20 MS/s (Millones de muestras por segundo), por canal
- Máximo 35 Vp-p
- Conversor A/D de 8 bits
- Dos conectores de entrada de señal
- Un conector para sincronismo externo
- Buffer de alta velocidad de 32 K por canal

Características del Software

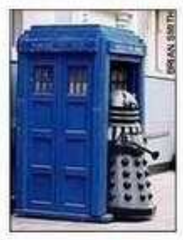
- Dos programas (Scope y ScopeScroll)
- Interface bajo Windows
- Fácil instalación
- Visualización de los dos canales en diferente color

Requisitos mínimos de la PC

- Computadora tipo IBM PC
- Windows 95 o superior
- Un slot ISA disponible
- Unidad de CD-ROM (para la instalación del software)

ESPACIO DE PUBLICIDAD

EX LIBRIS Scan Digit



The Doctor

http://thedoctorwho1967.blogspot.com.ar/

http://el1900.blogspot.com.ar/

http://librosrevistasinteresesanexo.blogspot.com.ar/

https://labibliotecadeldrmoreau.blogspot.com/

Desprenda y guarde esta página

CEKIT CURSO PRACTICO DE ELECTRONICA DIGITAL MODERNA

PREMIO A LA FIDELIDAD

Cupón Nº 3

Nuestros lectores más constantes participan en el sorteo de regalos muy especiales

a- Recorte el código de barras que aparece en el extremo inferior derecho de la tapa de cada fascículo, péguela en el reverso de este cupón en la casilla correspondiente al número (21 al 30).

b- Una vez que haya completado este cupón, con sus datos personales, recórtelo y envíelo a:
En Argentina a **EDITORIAL CONOSUR S.A.**
En Colombia a **CEKIT S.A.**

c- Los que envíen este cupón, participarán del sorteo de:

5 ENTRENADORES DIGITALES TTL ED-01 (K-045)

2 OSCILOSCOPIOS DIGITAL (DSO) de dos canales para PC

NOTA: El sorteo se realizará a los 30 días de haber circulado el fascículo número 30

EDITORIAL CONOSUR S.A.: Avenida Belgrano 355 - Piso 10 (1092) - Buenos Aires - Argentina
CEKIT S.A.: Avenida 30 de Agosto 36-79 A.A. 194 - Pereira - Colombia

SIN OBLIGACION DE COMPRA USTED PODRA RETIRAR LOS CODIGOS DE BARRA EN EDITORIAL CONOSUR DE LUNES A VIERNES DE 9 A 13 HS.

CEKIT CURSO PRACTICO DE ELECTRONICA DIGITAL MODERNA

PREMIO A LA FIDELIDAD

Cupón Nº 4

Nuestros lectores más constantes participan en el sorteo de regalos muy especiales

a- Recorte el código de barras que aparece en el extremo inferior derecho de la tapa de cada fascículo, péguela en el reverso de este cupón en la casilla correspondiente al número (31 al 40).

b- Una vez que haya completado este cupón, con sus datos personales, recórtelo y envíelo a:
En Argentina a **EDITORIAL CONOSUR S.A.**
En Colombia a **CEKIT S.A.**

c- Los que envíen este cupón, participarán del sorteo de:

8 ENTRENADORES DIGITALES TTL ED-01 (K-045)

2 OSCILOSCOPIOS DIGITAL (DSO) de dos canales para PC

NOTA: El sorteo se realizará a los 30 días de haber circulado el fascículo número 40

EDITORIAL CONOSUR S.A.: Avenida Belgrano 355 - Piso 10 (1092) - Buenos Aires - Argentina
CEKIT S.A.: Avenida 30 de Agosto 36-79 A.A. 194 - Pereira - Colombia

SIN OBLIGACION DE COMPRA USTED PODRA RETIRAR LOS CODIGOS DE BARRA EN EDITORIAL CONOSUR DE LUNES A VIERNES DE 9 A 13 HS.

Desprenda y guarde esta página

Pegar códigos de barra

Fascículo N° 21	Fascículo N° 22	Fascículo N° 23	Fascículo N° 24	Fascículo N° 25
Fascículo N° 26	Fascículo N° 27	Fascículo N° 28	Fascículo N° 29	Fascículo N° 30

NOMBRE Y APELLIDO

DOC. DE IDENTIDAD **EDAD**

DIRECCION

TELEFONO **E-MAIL**

CIUDAD **C.P.**

PROVINCIA **PAIS**

Pegar códigos de barra

Fascículo N° 31	Fascículo N° 32	Fascículo N° 33	Fascículo N° 34	Fascículo N° 35
Fascículo N° 36	Fascículo N° 37	Fascículo N° 38	Fascículo N° 39	Fascículo N° 40

NOMBRE Y APELLIDO

DOC. DE IDENTIDAD **EDAD**

DIRECCION

TELEFONO **E-MAIL**

CIUDAD **C.P.**

PROVINCIA **PAIS**